

Verlag v. G. Hempel Berlin. Lith. Anst. v. W. Hagelberg Berlin.

5/19

Chemie für Laien.

Eine populäre Belehrung über

die Geheimnisse der Chemie,

deren Aufschlüsse über das innere Leben der Natur, sowie ihre Bedeutung und praktische Nutzung für das Leben.

Von

Dr. W. F. A. Zimmermann.

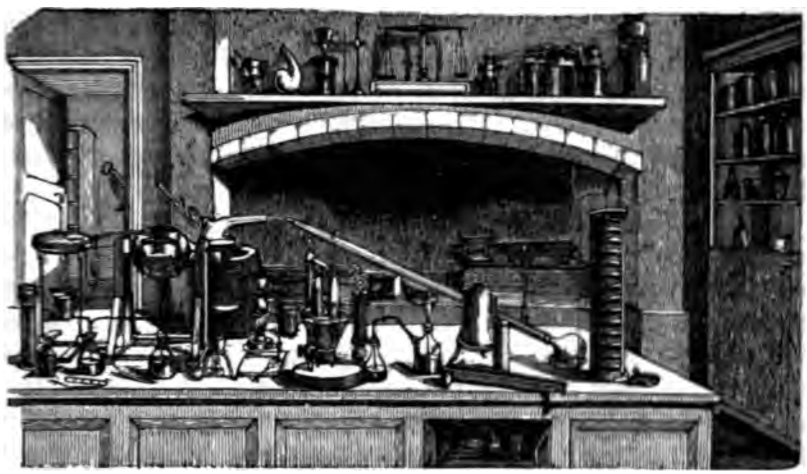
Erster Band.

Mit 284 Abbildungen.

Berlin, 1858.
Verlag von Gustav Hempel.

Inhalt des ersten Bandes.

Einleitung.



Was ist Chemie?

Sollte diese Frage so schwer zu beantworten sein, als man sich gewöhnlich vorstellt, so schwer als, wie uns scheint, selbst die Schriftsteller über dieses Fach sie zu halten pflegen, da sie gern die Beantwortung umgehen, sich gleich medias in res, sich gleich mitten in den Gegenstand hinein setzen, mit dem Sauerstoff anfangen, den Wasserstoff folgen lassen und sich um das große Ganze gar nicht kümmern, sondern die Einzelheiten eine nach der anderen vorführen und voraussetzen, daraus würde sich der Begriff schon von selbst gestalten und man würde schließlich wissen, was Chemie sei, ohne daß es gesagt worden?

Wir wollen uns die Sache von dieser Seite wenigstens nicht so leicht machen, weil wir glauben, daß sie überhaupt leicht sei; denn wo wir in das Leben hinein greifen, kommen wir auf die Chemie. Die Küche kann ohne die Chemie nicht bestehen und die Apotheke nannte man die latei=

nische Küche; die gesammten technischen Gewerbe beruhen auf der Chemie und es wird uns in diesen Blättern Gelegenheit genug geboten werden zu zeigen, in welchem hohen Grade sich der Ausspruch verallgemeinern läßt.

Alle Vorgänge in der anorganischen Natur ruhen auf Gesetzen der Chemie. Das Organische, das Lebende, unterliegt anderen Gesetzen; wie aus dem Kern ein Keim, wie aus diesem eine Pflanze, ein Baum sich entwickelt, wie der Obstbaum oder der Grashalm es macht, einen Apfel, eine Kornähre zu tragen, wissen wir nicht, und die Wissenschaft, welche sich bemüht hierüber Aufschluß zu geben, die Physiologie, lehrt uns sehr schwer faßliche Dinge und erklärt schließlich, daß sie selbst doch das Rechte nicht wisse, den Schlüssel zu den Geheimnissen der Lebenskraft, der Erzeugung, Befruchtung, der Entwickelung des Keims, nicht habe.

Sobald aber die Frucht von dem Baume gefallen, sobald der Baum gefällt, das Getreide gemäht, sobald das Thier todt ist, verfällt alles den Gesetzen der Chemie. Zuerst verdunstet ein großer Theil des Wassers; die Stoffe trocknen, bei Pflanzen findet man dies allgemein, bei thierischen Körpern kann man es veranlassen; der Tischler, der Brennholzhändler setzt das Holz der Luft aus, damit sie das Wasser entführen, dasselbe thut der Landmann mit dem Gras, welches er zu Heu, mit dem Getreidehalm, den er zu Stroh haben will, mit dem Getreide selbst, welches möglichst viel Gewicht haben soll und dieses durch Werfen mit der Schaufel, durch Lagern auf dem zugigen Speicher erhält, indem das Wasser verdunstet; aber der Bewohner von Südamerika bereitet auch das Fleisch seiner Heerden nur dadurch vor zu jahrelanger Aufbewahrung und so sehen wir die Verdunstung als wesentlichen Theil der Chemie auftreten, wie sie denn auch ein wichtiges Hülfsmittel derselben ist.

Nun ist ein Landmann nachlässig gewesen — er hat sein Gras nicht gehörig trocknen lassen — siehe es entsteht ein chemischer Prozeß, die Stoffe zersetzen sich, das Gras erhitzt sich, verrottet, entzündet sich und eine Feuersbrunst ist die Folge dieser Vernachlässigung.

Oder der Mann in den Pampas läßt das Fleisch nicht vollständig trocknen, nun so verwest es kurz nach dem Verpacken — ach wir brauchen gar nicht nach Südamerika zu wandern — es soll Fleisch eingepökelt werden — man ist mit dem Salz etwas sparsam umgegangen — siehe, das Fleisch, welches sich Jahre lang gehalten hätte, welches Matrosen auf einer Reise um die Erde mitnehmen als Proviant und wovon sie nach drei Jahren den Rest noch als ganz genießbar an die Proviantmagazine abliefern — dasselbe Fleisch verdirbt, wird übel riechend und ist in wenigen Wochen ein Raub der dritten Gährungsstufe, der fauligen.

Das Lebende besteht für sich unter eigenen, noch nicht ergründeten

Gesetzen, das Abgestorbene verfällt dem Chemismus, den chemischen Kräften. In den lebenden Körpern sind Leim, Blut, Wasser, Fett, Schleim, Zellengewebe u. s. w. vorhanden; so wie das Leben aufgehört hat, ist nicht mehr Leim, Zellengewebe, Fett, Blut vorhanden, sondern Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, nebst etwas Eisen und Schwefel und diese Stoffe ergreifen einander unabhängig von den Gesetzen der Lebensthätigkeit, welche nicht mehr bestehen. Die Körper gehen in Gährung über, welche drei Stufen hat, für Zuckersäfte die Weingährung, die Essiggährung, endlich auch die faulige Gährung, für thierische Stoffe nur die letztere. Die Kohle des Pflanzen- und Zuckersaftes tritt mit dem Sauerstoff desselben zusammen zur Kohlensäure, welche mit Brausen entweicht, den Zucker in Weingeist verwandelt und das Moussirende im Bier, im Champagner ist; der Schwefel tritt mit dem Wasserstoff des thierischen Körpers zu Schwefelwasserstoff zusammen, welcher den üblen Geruch der Leiche hauptsächlich verschuldet, und welcher durch seine Giftigkeit der Pesthauch wird, der in den Kriegslazarethen die Menschen hundertweise hinwegrafft, oft fürchterlicher wüthet als die feindlichen Kartätschen.

Hier sehen wir den Chemismus in großen Zügen zerstörend auftreten, aber der Mensch hat Gewalt über denselben gewonnen, er läßt sich nicht mehr von ihm beherrschen, er beherrscht ihn. Er weiß die Kohle und den Sauerstoff nach seinem Gefallen zu vereinigen, er weiß die Verbindung des Schwefels mit dem Wasserstoff zu verhindern, er schreibt Gesetze vor oder er hat der Natur die Gesetze abgelauscht und benutzt sie und wendet sie nach seinem Gebrauch und seiner Bequemlichkeit an, und das ist Chemie.

Und die Chemie der Natur oder die beherrschte, die Kunst der Chemie umgiebt uns auf allen Schritten, wir sind nirgends ohne dieselbe, wir können nichts thun ohne dieselbe.

Wir wollen ein Haus bauen, die Natur liefert uns die Quadersteine, aber den Mörtel liefert sie uns nicht — was machen wir da? — wollen wir eine trockene Mauer schichten aus Steinen mit dazwischen gestreuter Erde, den Mäusen und Ratten ein angenehmer Aufenthalt, oder wollen wir statt der lehmigen Erde Moos nehmen, für Wanzen, Schwaben, Grillen, höchst erfreulich, für unsere Bedürfnisse aber nicht mehr passend, alle äußere Schönheit abweisend, also der Baukunst keine Gelegenheit gebend sich zu zeigen, die Möglichkeit sogar der Bequemlichkeit, der Gemächlichkeit nicht gestattend.

Nun so wird man wohl die Steine durch einen Kitt, einen Mörtel verbinden müssen, aber solchen Mörtel liefert uns die Natur nicht, wir haben wohl Kalk, allein das ist schwefelsaurer (Gyps) oder kohlensaurer

(Marmor); beide binden nicht, wenn sie einmal aus ihrer Verbindung herausgerissen, wenn sie einmal gepulvert sind — was thun wir?

Fig. 2.



Da giebt es noch eine Gattung des kohlensauren Kalks, die durch Auflösung und Durchsinterung entstanden ist, einen festen Stein bildet, der Sinterkalk, der Tropfstein, wie er sich in den Höhlen der Kalkgebirge als Stalaktit oder Stalagmit an der Decke hängend oder auf dem Boden stehend in Kegelform zeigt, manchmal beide Kegel, der stehende und der hängende, durch die Länge der Zeit zu einer Säule vereinigt wie die Figur zeigt.

Allein dieser Tropfsteinkalk leistet nichts mehr als anderer; wenn wir ihn zerkleinern, zu einem Brei anrühren und zwischen die Steine bringen, so ist er nicht besser als gewöhnliche nasse Erde, die bindende Kraft hört mit dem Trocknen, mit der Verflüchtigung des Wassers auf.

Der Chemiker weiß zu helfen, der praktische Techniker hat dies zwar viel früher gewußt als es Chemiker gab, das ändert jedoch an der Sache nichts, denn die Operation ist eine durchaus chemische und wenn Jemand Chemie treibt ohne es zu wissen, so ist dies darum nicht weniger Chemie. Jetzt übrigens, nachdem aus den hundert Zweigen der Technik, die theoretische Chemie zusammengetragen worden, lehrt der Chemiker den Techniker, wie er seine Unternehmungen wissenschaftlich, vernünftig, vortheilhaft leite.

Der chemische Prozeß, welcher bevorsteht, ist Vertreibung der Kohlensäure aus dem Marmor, der Kreide, dem gewöhnlichen Kalkstein, dem Muschelkalk, was es auch sei.

Weil dieses Vertreiben der Kohlensäure durch Feuer geschieht, nennt der Laie die Operation Kalk brennen, etwas uns ganz Geläufiges, trotz dessen ein ernsthafter, großartiger, chemischer Prozeß, der ohne bedeutende Kosten gar nicht angestellt werden kann.

Man schüttet auf ein mächtiges starkes Mauerwerk den gefundenen oder gebrochenen rohen Kalkstein, macht um denselben und unter demselben ein tüchtiges Feuer, läßt dieses den locker geschichteten Kalk durchziehen bis

die Flamme oben zu dem Ofen hinausschlägt, und wenn derselbe nach und nach die Weißglühhitze erlangt, so ist diese mächtig genug, die Kohlensäure, welche mit dem Kalk zu einem festen Körper verbunden war, zu vertreiben und das Calcium-Metall allein mit dem Sauerstoff als Calciumoxyd, d. h. als Aetzkalk zurück zu lassen.

Fig. 3.



Jetzt müssen wir mit diesem Aetzkalk, den der Maurer gebrannten Kalk nennt, eine neue chemische Operation vornehmen — wir müssen ihn in Kalkhydrat verwandeln.

Ach Possen! sagt der Maurer, ich habe nie etwas von Kalkhydrat gehört, ich mache es auch gar nicht so — ich lösche ihn ab, ich gieße Wasser auf den gebrannten Kalk, dann rühre ich es zu einem Brei tüchtig um und nun habe ich gelöschten Kalk.

Ganz Recht — etwas Anderes will der Chemiker auch nicht thun, er benennt seine Arbeit und das Product derselben nur wissenschaftlich; Kalk löschen ist aber nichts anderes als eine Verwandlung des Aetzkalkes in Kalkhydrat, und Kalkhydrat ist gelöschter Kalk, Kalk mit Wasser verbunden.

Das Wasser aber ist flüssig, das Hydrat wird ein fester Körper, damit Wasser flüssig sei, braucht es eine große Menge Wärme, die es bindet, die unfühlbar wird. Eis, um in Wasser verwandelt zu werden, festes Wasser, um flüssiges Wasser zu werden, verschluckt 60° R. Wenn man ein Pfund Wasser von dieser Temperatur auf ein Pfund Eis von 0° gießt, so schmilzt das Eis, verschluckt aber dabei die hierzu gebrauchten 60° so vollständig, daß man zwei Pfund Wasser von 0° (oder wie ich einen gelehrten Philologen sagen hörte, ohne Temperatur) erhält.

Das flüssige Wasser wird aber durch den gebrannten Kalk in festes Wasser verwandelt und nun wird seine Wärme wieder frei! das ist der Grund der gewaltigen Erhitzung beim Kalklöschen, welche bis zum Kochen des Kalkbreies und wenn man weniger Wasser hinzu thut, so daß kein Brei entsteht, bis zum Feuerfangen leicht entzündlicher Körper geht.

Warum wird denn aber diese Wärme des Wassers nicht frei, wenn es dadurch zu einem festen Körper wird, daß es sich in Eis verwandelt?

Nun, einfach deshalb, weil diese Verwandlung gerade durch vorherige Entziehung der Wärme bewirkt wird — das Wasser wird ja nicht eher zu Eis, als bis die Wärme, die es flüssig macht (Liquefactionswärme) durch die äußeren Umgebungen des Wassers, durch eine Luft von niedrigerer Temperatur, durch eine Kältemischung, fortgenommen wird. Solche Fragen, lieber Leser, setzen den Chemiker nicht in Verlegenheit.

Haben wir nun in dem Kalkhydrat, in dem gelöschten Kalk — es klingt sehr gelehrt, wenn wir schreiben $Ca\dot{H}$, es heißt aber nichts weiter als Calciummetall mit Sauerstoff (das ist Aetzkalk), und Wasserstoff mit Sauerstoff (das ist Wasser) — haben wir in diesem mit Wasser verbundenen gebrannten Kalk denn einen Mörtel? Nein noch nicht, wir müssen noch Kieselerde in groben Körnern, im gewöhnlichen Leben Grand oder Maurersand geheißen, damit vermischen — dann erst bekommen wir einen bindenden, guten Mörtel, den man jetzt so vortrefflich machen kann, wie zur Zeit, da die Römer ihre Wachtthürme und sonstige Bauten in den eroberten Ländern aufführten. Damals aber nahm man einen Theil Kalk und einen Theil Sand, das gab einen guten Kitt — es ward nicht Buttermilch statt des Wassers genommen, noch das Blut der besiegten Völker, noch ihr Wein wie man fabelte, es war nur das richtige Verhältniß von Kieselsäure (schon wieder so ein chemischer Name — warum nicht wie vorhin: Sand) und gebranntem Kalk, das konnte wohl halten — jetzt verlangt der Geiz des Bauherrn, daß man fünf, ja sechs Theile Sand auf einen Theil Kalk nehme — nun hat man allerdings keinen Kitt, sondern mit Kalkwasser angenetzten Sand, das hält freilich nicht von Varus bis auf Napoleon III.

Die Kohlensäure, welche hier vertrieben wird, braucht man in einem anderen Falle sehr nöthig, wie bereitet man sie?

Die Antwort wird sein: man bereitet sie nicht, sondern man nimmt sie dort, wo sie bereits fertig ist.

Zunächst sind unsere Lungen die Apparate, in denen sie unaufhörlich und in Menge erzeugt wird. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man von dem vorhin besprochenen Kalkhydrat etwas in Wasser auflöst. Man erhält das, was der Chemiker Kalkwasser nennt, eine völlig durchsichtige Flüssigkeit, in welcher Aetzkalk aufgelöst ist.

Wenn man diesen aufgelösten Kalk, der dem Wasser einen sehr schwach laugenartigen Geschmack giebt, in kohlensauren Kalk verwandelt, so hört er auf, löslich im Wasser zu sein, er scheidet sich als ein feines, weißes Pulver aus demselben aus, trübt das klare Wasser und dann sinkt er als Schlemmkreide nieder.

Das macht man ganz leicht dadurch, daß man die, durch den Mund eingeathmete Luft, nachdem sie eine halbe Sekunde in den Lungen verweilt, vermöge einer Glasröhre beim Ausathmen durch das Kalkwasser streichen läßt. In wenig Sekunden beginnt es sich zu trüben und endlich wird das klar gewesene Kalkwasser beinahe milchweiß und nach erfolgter Ruhe lagert sich das Trübende am Boden des Gefäßes als ein feiner, kaum fühlbarer Satz nieder, der, trocknend ein eben so unfühlbares Pulver, Kalk mit Kohlensäure, bildet.

Ein Paar chemische Operationen.

Diese Kohlensäure, welche wir hier wirksam sehen und welche mit dem Kalk eine Verbindung eingeht, entweicht aus den Lungen von 1000 Millionen Menschen und von 100000 Millionen Landthieren unaufhörlich an die Luft, die wir athmen sollen. Diese Luft darf aber wenig oder gar keine Kohlensäure enthalten, denn ein Procent davon macht sie bereits unathembar, bei 4/10 Procent fallen Damen schon in Ohnmacht. Hier hätten wir den Untergang des Menschengeschlechts und der ganzen Masse der Landthiere in einer voraus berechenbaren Zeit. Was wird daraus werden?

Jedes einzelne, geschaffene Wesen trägt den Keim seines Untergangs in sich, die Gesammtheit aller geschaffenen Wesen bleibt aber immer jung und kräftig und also unsterblich, die Natur hat niemals sich selbst der Vernichtung geweihet, sondern immer nur Individuen, um anderen Individuen Leben zu geben oder zu erhalten. So kann auch nicht alles, was auf der Erde lebt und sich freiwillig bewegt, das ganze Thiergeschlecht, dem Erstickungstode bestimmt sein. Man sagt, es sterben täglich 86400 Menschen, d. h. fast genau in jeder Sekunde einer. Dies ist wohl so eine ins Blaue gemachte Annahme, wird man hier denken — alle Sekunde ein Menschenleben — ich weiß nicht, ist dies zu viel oder zu wenig, aber es scheint die Zahl selbst habe gar keinen vernünftigen Anhaltepunkt.

Hierüber will sich der Verf. mit Niemanden streiten, er weiß auch nicht, was für einen Anhaltspunkt die Zahl hat, aber richtig ist sie, dies läßt sich sehr gut beweisen. Nach einer Summirung der Bevölkerung der bekannten Reiche und einer möglichst genauen Abschätzung der Bevölkerung des Innern von Afrika, Amerika und Neuholland beträgt die Menschenzahl auf der Erde 1000 Millionen. Man weiß zwar von dem Innern von

Südamerika und Afrika so gut wie Nichts; allein die Zahl der Bewohner dieser Welttheile ist überhaupt so unglaublich gering, daß die gedachten 1000 Millionen dadurch schwerlich um eine Einheit (um eine Million also 999 oder 1001 Million) alterirt werden dürfte.

Dividirt man nun mit der Zahl der täglich sterbenden 86400, in die Zahl der vorhandenen Individuen, so erhält man die Zahl der Tage, welche das Menschengeschlecht aushalten würde, bis der letzte Mann oder das letzte Weib todt wäre — und das giebt 30 Jahre — gerade das, was seit Jahrtausenden aus der Erfahrung als die durchschnittliche Dauer des Menschenalters sich ergeben hat; die Zahl ist also nicht aus der Luft gegriffen, sondern beruht unzweifelhaft auf einer Berechnung.

Da nun aber so viel und mehr geboren werden als natürlichen Todes sterben, so sichert dieses der Bevölkerung ihr Fortbestehen und es ist bei einer so überaus weisen Eintheilung vorauszusetzen, daß auch die anderen Factoren damit stimmen werden.

Wenn man die Beobachtungen der Physiker, Chemiker und Physiologen zu Rathe zieht, so findet man dies auch.

Ungewöhnliche Fälle, die Pest oder Kriege, wie zur Zeit der römischen, der persischen, griechischen Eroberer Cäsar, Alexander, Xerxes, Napoleon, machen einen kaum wahrnehmbaren Unterschied.

Die atmosphärische Luft besteht aus Stickstoffgas 79 pCt., Sauerstoffgas 21 pCt. und einem Tausendstel Kohlensäure nebst vielem Wasserdampf in wechselnder Menge, in der Atmosphäre zwar immer vorhanden, aber mit dem Begriff atmosphärische Luft keinesweges als nothwendig verbunden und darum in dem Procentgehalt auch nicht berücksichtigt.

Die sämmtlichen Pflanzen brauchen Kohle um ihre Holzsubstanz zu bilden, diese Kohle nehmen sie durch ihre Lungen, die Blätter, aus der Luft und durch ihre Wurzeln aus dem Regenwasser, welches ihren Standpunkt benetzt und aus den dadurch aufgelösten Stoffen her, in der Gestalt von Kohlensäure. Die Pflanze braucht aber nicht Kohlensäure, sondern Kohle, daher scheidet sie aus der luftförmigen oder aus der im Wasser aufgelösten Kohlensäure die Kohle ab. Die Kohlensäure besteht aus Kohle und Sauerstoff — die erstere nimmt die Pflanze in sich auf, die letztere scheidet sie unter Mitwirkung der Sonnenstrahlen in ungeheurer Masse durch die Blätter aus.

Wenn man eine Hand voll Blätter irgend eines Baumes in eine Flasche bringt, diese mit reinem Wasser füllt und umgekehrt, mit der Mündung nach unten, in ein Wassergefäß bringt, das Ganze aber in die Sonnenstrahlen stellt, so wird man binnen wenigen Sekunden die Blätter sich mit Perlchen, mit kleinen Bläschen bedecken sehen, diese trennen sich

los und steigen in dem Wasser auf, bald folgen ihnen andere und nach einiger Zeit hat man an dem Boden der Flasche (d. h. oben, denn die Flasche steht umgekehrt) eine, aus den vielen kleinen Bläschen zusammen geronnene große Luftblase und die Untersuchung giebt, daß dieses Sauerstoffgas ist.

Dies ist die Function der Pflanzen; indeß die Thiere aus Sauerstoff der Luft und verbrauchter, nicht mehr nutzbarer Kohle ihres Körpers, Kohlensäure fabriciren, zusammensetzen — während der Zeit trennen oder scheiden die Pflanzen aus der Kohlensäure die Kohle für sich ab und lassen den Sauerstoff frei.

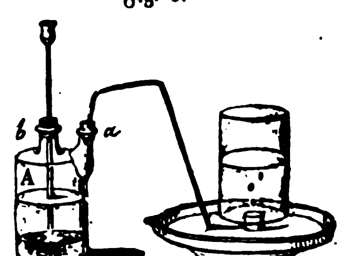
Es giebt in der Chemie keinen anderen Weg Körper zu bilden, darzustellen, als den der Synthese und den der Analyse, den der Zusammensetzung und den der Trennung oder Ausscheidung; diese beiden Wege befolgt hier die Natur im großartigsten Maaßstabe. Die Thiere sind es, welche Kohlensäure durch Synthese bilden, die Pflanzen sind es, welche Sauerstoff und Kohle durch Analyse darstellen.

Für die Elemente giebt es nur den einen Weg des Ausscheidens, diese kann man nicht machen, nicht zusammensetzen; für die anderen Körper aber können wir immer einen oder den anderen Weg einschlagen und wir werden jederzeit den vortheilhaftesten wählen. Um bei der Kohlensäure zu bleiben, so kann man sie durch Synthese bilden, indem man Kohle im Sauerstoff verbrennen läßt, wie hier den Diamant, reine Kohle, in einem mit Sauerstoffgas gefüllten Glase — das Product ist Kohlensäure — oder indem man sie aus einem Körper abscheidet, der sie bereits fertig enthält.

Fig. 4.



Fig. 5.



In eine Flasche mit zwei Hälsen A bringt man etwas Kreide oder Marmor, gießt Wasser darauf und führt nun aus der einen Oeffnung a ein gekrümmtes Rohr in eine Schüssel mit Wasser unter ein großes Glas, welches ganz mit Wasser gefüllt aber umgekehrt ist. In die zweite Oeff-

nung b setzt man einen Trichter mit sehr langem Rohr, welcher bis in das Wasser hinein und bis nahe an den Kalk reicht.

Sobald man alles auf diese Weise geordnet hat, gießt man oben in den Trichter etwas Schwefelsäure.

Wir werden hier ein paar neue Worte einführen müssen, eins derselben hat einmal dem größten Dichter Deutschlands Stoff zu einem Roman gegeben, den auch kein Anderer hätte schreiben dürfen, wenn er ganz hätte bleiben wollen — Wahlverwandtschaften kommen in der Chemie immerfort vor und das Wort Affinität ist von nicht geringerer Wichtigkeit, es bedeutet die Fähigkeit zweier Körper, sich zu einem dritten zu verbinden, also Verwandtschaft im gewöhnlichen Sinne, indessen Wahlverwandtschaft ein Aussuchen anzeigt.

Affinität haben zu einander das Calciumoxyd und die Kohlensäure — wo ihnen Gelegenheit gegeben wird mit einander in Berührung zu kommen, da vereinigen sie sich zu kohlensaurem Calciumoxyd, d. h. zu Marmor, Kreide, Jurakalk, Muschelkalk, Grobkalk rc.; dies sind lauter Verbindungen aus den beiden genannten Stoffen.

Nun machen wir das oben beschriebene Experiment mit der Flasche, worin zu kohlensaurem Kalk verdünnte Schwefelsäure gebracht wird.

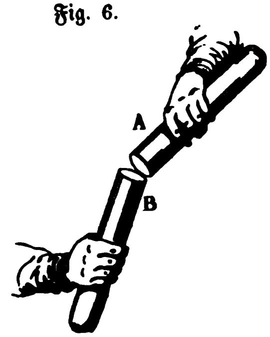
Wäre hier Schwefelsäure mit Aetzkalk zusammen gebracht, so entstände ein einfaches Verwandtschaftsverhältniß, die Schwefelsäure verbände sich mit dem Kalk zu schwefelsaurem Kalk, den man Gyps nennt. Allein es ist schon ein solcher fertiger Kalk vorhanden — kohlensaurer Kalk, zu diesem kommt die Schwefelsäure. Was geschieht nun?

Es tritt jetzt die Wahlverwandtschaft auf. Der Kalk sagt der Kohlensäure Lebewohl und verbindet sich mit der Schwefelsäure. — Das geht gar nicht so glatt ab, wie wir es hier erzählen — es entsteht ein gewaltiger Rumor, die Kohlensäure, in ihrem Rechte gekränkt, macht Vorstellungen, sie will nicht weichen, der Kalk wird unruhig, es kommt zu sehr lebhafter Erhitzung, zu einem argen Tumult — endlich wird die arme Kohlensäure zum Hause hinaus getrieben — mit dem Kalk allein wäre sie schon fertig geworden, allein der Kalk und die Schwefelsäure sind zusammen ihr zu stark — was hilft es, daß sie noch beim Entweichen zischt und grollt und poltert, sie muß doch zum Hause hinaus. Wir haben ihr aber schon ein anderes Haus bereitet — das große Glas, in welchem sie aufgenommen werden soll — da sie endlich weichen muß, thut sie es mit großer Eile, sie erscheint in unzähligen Blasen (dies sind die Crinolinträgerinnen in der Chemie, sie machen sich bei sehr kleinen Körpermassen ungeheuer breit) und füllt sehr bald das ganze Glas, wir werden wohl noch ein zweites in Bereitschaft halten müssen.

Zurück bleibt das siegreiche Paar, welches seiner Wahlverwandtschaft Genüge gethan hat. Wir werden späterhin sehen, daß es verschiedene solcher Verwandtschaftsgrade, daß es prädisponirende, daß es doppelte Wahlverwandtschaften giebt. Hier genügt das Gesagte, denn wir haben es eigentlich nicht mit den Verwandtschaften, sondern mit der Kohlensäure zu thun.

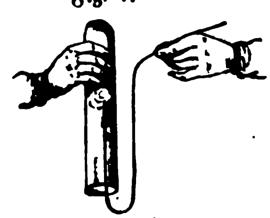
Was aus dem Kalk verjagt worden, ist eine sehr schwere Gasart; sie ist es vergleichsweise mit der atmosphärischen Luft in hohem Grade, so daß man ein Glas A mit Kohlensäure gefüllt in ein anderes Glas B mit atmosphärischer Luft gefüllt ausgießen kann, wie die Figur zeigt — es fließt die Kohlensäure von A nach B, als ob man auf dieselbe Weise Wasser in Oel gösse, das Wasser würde das Oel vertreiben und seine Stelle einnehmen, so geschieht es hier, die Kohlensäure vertreibt die Luft und nimmt deren Stelle ein.

Fig. 6.



Diese Säure ist aber nicht im Stande die Verbrennung zu unterhalten, bringt man ein Stückchen Wachslicht auf einem, wie die Figur zeigt, gekrümmten Drath brennend in ein Glas mit Kohlensäure, so geht es sofort aus und hinterläßt nicht einmal einen glimmenden Docht, denn selbst die brennende Kohle wird schwarz, weil ihr der Sauerstoff fehlt, der zur Verbrennung nöthig ist.

Fig. 7.



Wenn die Kohle aber nicht die Verbrennung unterhält, so gestattet sie auch nicht den Athmungsprozeß, denn das Athmen ist eine Zuführung von immer frischem Sauerstoff zu dem thierischen Körper, mittelst dessen die Verbrennung der Kohle, die dem Körper nichts mehr taugt, die ausgebraucht ist, vor sich geht. Wäre das Gefäß B in der Figur groß genug, um eine Maus, einen Vogel zu beherbergen, so würde dies Thier darin ganz gut leben können, allein sobald man aus dem Gefäße A Kohlensäure in das Glas B gösse, würde alsbald das Thier sterben, nicht langsam, sondern plötzlich nach dem ersten Athemzuge, der unvermischte Kohlensäure in seine Lunge bringt.

Diese tödtliche Gasart ist es, welche in Brunnen, in Schachten, in Holzkellern, welche lange verschlossen gewesen, vorzugsweise aber in Bier- und Weinkellern, in denen eine dieser beiden Substanzen in Gährung ist, sich in gefährlicher Menge entwickelt. Man kann daher bei Betretung der-

selben nicht vorsichtig genug sein und diese fehlende Vorsicht wird noch jetzt, wo man alles dieses kennt, die Ursache des Todes manches Brunnenmachers und manches Bergmannes, indem er die Gefahr nicht achtet, sich unvorbereitet hinein begiebt und rettungslos darin umkommt, sammt allen denen, die ihm gewöhnlich in thörichtem Eifer, in mißverstandener Menschenliebe nacheilen um ihn zu retten, indessen sie ihn nicht retten können, sondern selbst Opfer des sicheren Todes werden.

Diese Kohlensäure verbindet sich begierig mit dem Wasser, daher gießt man, wenn man nicht muthwillig sein Leben auf's Spiel setzen will — einige Eimer Wasser durch die Brause einer Gieskanne in den Schacht, je abgestandener das Wasser ist, Regenwasser, welches lange genug auf dem Hofe in einer Tonne der Wäsche entgegen gesehen hat, desto besser ist es zu diesem Behuf, solches Wasser ist ganz frei von Kohlensäure und nimmt dieselbe desto lebhafter auf.

Aber eben diese Kohlensäure, welche eingeathmet tödtlich wirkt, ist wohlthätig für den Magen, und da sie sich mit Wasser leicht verbindet, so bringt man sie in flüssiger Form dem Magen dar.

So wie Kalk, eine alkalische Substanz sich gewöhnlich mit der Kohlensäure verschwistert, so thun dies auch andere Alkalien, das gewöhnliche kohlensaure Kali (Pottasche), das gewöhnliche Natrum (ungereinigt heißt es Soda) ist ein solches Alkali, welches mit Kohlensäure verbunden und dadurch ein mildes Salz geworden ist, während ohne diese Säure es scharf und ätzend wirkt (Aetzkali, Cali causticum).

Fig. 8.



So wie man aber die Kohlensäure aus dem Kalk vertreibt durch Schwefelsäure, so kann man es aus diesen Alkalien auch, oder man kann es durch eine andere Säure.

Dies letztere thut man bei Bereitung der trinkbaren Kohlensäure. In ein Gefäß von sehr starkem Glas oder von dem Thon, aus welchem die Selterswasserkrüge gemacht werden, und welches zwei Abtheilungen hat, bringt man zuvörderst nach A die Substanzen, aus denen die Kohlensäure entwickelt werden soll und nach B reines Wasser; so wie das Wasser die Substanzen berührt, entsteht eine lebhafte chemische Wirkung und die Kohlensäure wird entbunden und kann nun eine andere Verbindung eingehen.

Der Apparat ist in der Fig. 9 im Durchschnitt gezeichnet. Die untere Abtheilung A ist mit der oberen B gewöhnlich durch eine Schraube aus

Zinn verbunden, oft aber auch, besonders bei den thönernen Gefäßen, sind beide aus einem Stück. Das Gefäß A hat an der Seite eine Oeffnung o, welche durch eine Schraube luftdicht verschlossen werden kann, das Gefäß B hat einen siebartig fein durchlöcherten Boden, durch welchen Wasser nach A dringen, umgekehrt Luft von A nach B dringen kann.

Fig. 9.



Das obere Gefäß ist mit Wasser gefüllt, an seiner Mündung aber geht ein Rohr ni bis beinahe auf den Boden des Gefäßes B. Oben endet das Rohr in eine kleine urnenartige Erweiterung, welche ein Ausgußrohr v hat. p ist ein Knopf, vermöge dessen man einen Stöpsel, der die Röhre v verschließt, hinweg zu schieben vermag, in diesem Falle ist v mit ni in Communication.

Dies ist die Einrichtung des Gefäßes, jetzt wollen wir den Gebrauch zeigen. In den unteren Theil A füllt man trocken eine Mischung von 16 Theilen doppelt kohlensaurem Natron und 14 Theilen Weinsteinsäure und verschließt die Oeffnung o sorgfältig. Nun nimmt man den Aufsatz n mit dem Rohr ni und dem Ausgußrohr v ab und füllt in das Gefäß B Wasser bis es bis a reicht, dann wird schleunigst der Verschluß mit dem Rohre wieder aufgesetzt und fest geschraubt.

Alsbald dringt von dem Wasser ein kleiner Antheil in den unteren Raum A und füllt etwas davon, etwa bis b. Die beiden Substanzen, das doppelt kohlensaure Natron und die Weinsteinsäure fangen an auf einander zu wirken — es findet ein Act der Wahlverwandtschaft statt, das Natron verbindet sich mit der Weinsteinsäure und diese verjagt die Kohlensäure. Die arme Vertriebene findet keinen Platz in ihrem alten Hause, sie muß hinaus, sie muß sich durch die vielen Sieböffnungen drängen, welche in dem Boden des Gefäßes B befindlich, so durchstreift sie das Wasser, wird in nur geringem Grade darin aufgenommen und sammelt sich oben bei a.

Es kommt aber aus dem unteren Gefäße immer mehr dazu und das Wasser steht bald unter einem dreimal, viermal stärkeren Druck als früher, denn oben bei a ist viermal so viel Luft als eigentlich dahin gehört. Indessen wird noch immer Kohlensäure entwickelt, welche durch die kleinen Oeffnungen in das Wasser tritt. Dieses aber, in dem comprimirten Zustande, läßt bei weitem nicht mehr so viel Kohlensäure durch, sondern nimmt sie in sich auf, wird damit beladen, ganz durchdrungen, es kann das sechs-

und mehrfache seines Volumens Kohlensäure aufnehmen, wenn es unter einem entsprechenden Drucke steht.

Nunmehr ist das Wasser zum Gebrauch fertig. Man hält unter das Rohr v entweder ein Glas halb mit Wein gefüllt oder man nimmt ein leeres Glas, wenn man nur das kohlensaure Wasser trinken will und drückt auf den Knopf p, dadurch wird der Stöpsel von v entfernt und das Wasser kann heraus dringen, welches mit um so größerer Vehemenz geschieht als mehr Luft in dem Raume a enthalten ist, als demnach das Wasser in B unter einem stärkeren Drucke steht.

Alles, was hier berührt worden ist, gehört in das Reich der Chemie und es ist doch etwas ganz Alltägliches — gebrannter Kalk, gelöschter Kalk, Sodawasser — das kennt Jedermann, hat aber in der Regel gar nicht gedacht, daß es sich dabei um chemische Operationen handelt.

Aber hundertfältig anderes drängt sich uns täglich auf. Das gewöhnliche Verdampfen, das Kochen — was alles für chemische Prozesse hängen hiervon ab!

Verwundert sagt wohl Mancher — kochen? das soll was Merkwürdiges sein — was Chemisches — das kann eine Köchin, ein Braumeister auch — das ist nicht Chemie.

Fig 10.

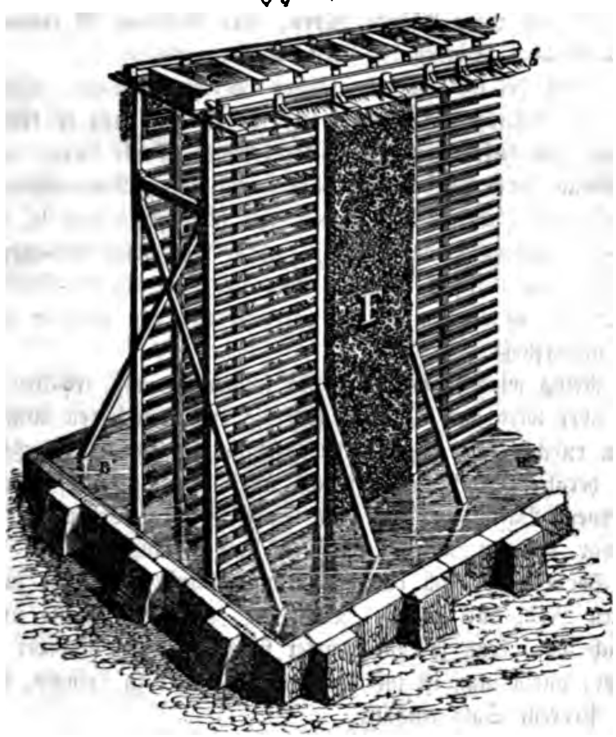


„Du sprichst ein großes Wort gelassen aus." Diese schöne Krystallgruppe dankt ihre Entstehung dem Kochen und Verdampfen. Es ist Alaun, welcher durch Auslaugen des Alaunerzes gewonnen, dann der Siedepfanne übergeben, eingekocht wird und schließlich in Fässern während des Erkaltens anschießt in viel größeren und viel kleinen Krystallen. Das Kochen hat die Lösung so concentrirt, daß nach dem Erkalten die darin befindliche Alaunmasse nicht mehr Platz hat und sich in fester Gestalt ausscheidet.

Wo man die Auflösungen so stark machen kann, daß sie siedwürdig sind, da thut man es, man schüttet die schwache Auflösung auf neues

Alaunerz und läßt dieses wieder ausziehen, wodurch die schwache Lösung stärker wird, man gießt die stärkere Lösung auf neues Alaunerz, wodurch die Lösung abermals verstärkt wird und man kann dies eben so wiederholen wie die Hausfrau es mit der Asche macht, aus welcher sie Lauge gewinnen will, zuletzt so stark, daß ein Ei darauf schwimmt; aber es giebt Lösungen, die man nicht auf diese Weise concentriren kann und welche man doch benutzen will um ihres Inhaltes willen, indeß dieselben durch Kochen zu erzielen, die Sache zu theuer machen würde — nun da nimmt man die natürliche Verdunstung zu Hülfe und läßt sie wirken, bis die Dichtigkeit der Lösung dahin gelangt ist, daß sie siedwürdig.

Fig. 11.



Das Salz gehört zu diesen Substanzen, es ist nicht überall in solcher Menge zu haben, daß es lohnt Bergwerke darauf anzulegen, aber mit dem Gyps vereint tritt es sehr häufig in kleinen, nicht bauwürdigen Lagern und Schichten auf und die Gewässer waschen es aus und führen es als Salzquelle zu Tage.

Solche schwache Salzsoole einzukochen bis das Salz daraus krystalli=

sirte, würde durchaus nicht lohnend sein, so nimmt man die Luft zu Hülfe und da es wieder unbequem wäre die Soole in so großen Gefäßen der Verdunstung auszusetzen, so bietet man ihr auf andere Weise die nöthige Oberfläche. Die Figur 11 zeigt ein Stück von jenen Gebäuden, die man Gradirhäuser nennt. Wir sehen ein aus Stangen und Latten aufgeführtes Gerüst von 30, von 50 Fuß Höhe, und so wie hier drei Glieder an einander stehen, so stehen in den Salinen Hunderte von Gliedern neben einander in der Länge von 500 bis 600 Schritt, auch mehr, je nachdem die Siedpfannen dessen bedürfen. Alle Fächer sind so ausgefüllt, wie hier das mittelste F. Zwischen den horizontal laufenden Latten sind Gesträuche, Dornen und sonstige zackige Reiser eingeflochten, dergestalt, daß sie große Wände bilden, ihre Richtung ist immer so, daß sie den herrschenden Winden die breite Seite zukehren.

Ganz oben bei cc' ist eine langer hölzerne Wanne, nicht ganz so breit wie das Gesträuch geschichtet ist, wohl aber ganz so lang wie das Gradirhaus. In diese Wanne wird die schwache Soole durch viele Pumpwerke (meistens durch Wasserräder oder durch kleine Windmühlen getrieben) gebracht, an beiden Seiten der Wanne, wie hier von a nach b, sind in der Seitenwand Oeffnungen angebracht, welche man nach Belieben schließen kann. Aus diesen träufelt langsam, aber unaufhörlich, die Soole über ein geneigtes Brett, auf welchem sie sich vertheilt und von welchem sie auf das Gesträuch niederfließt.

Das Reisig wird so von oben her immerfort naß erhalten, von der Seite her aber wird das Wasser durch die Luft, durch den Wind, welcher die Dornen durchstreicht, immerfort weggeführt, 1000 Quart fließen stündlich von oben herab, 500 Quart kommen nur unten in dem steinernen (oder auch hölzernen) Bassin an; das Loth Salz, welches vorher auf ein Quart vertheilt war, befindet sich jetzt in einem halben Quart.

Die Soole wird noch einmal herauf geschafft, vielleicht zum dritten, zum vierten Mal, das Letztere jedoch nur, wenn die Soole ursprünglich sehr schwach war, denn je concentrirter sie wird, desto schwerer verdampft das Wasser; allein man ist im Stande sie so weit zu bringen, daß sie 20 und mehr Procent Salz enthält.

Nun erst kommt die Soole in die große Pfanne, unter der Feuer angemacht und die Soole gesotten wird — sie bietet uns nun mehr Salz in weniger Wasser und endlich zeigt es sich auf der Oberfläche als eine schillernde Haut, es fängt an zu krystallisiren, man hört mit dem Kochen auf, unterhält aber beinahe Kochhitze, so daß das überflüssige Wasser immer mehr verdampft und das Salz heraus krystallisirt.

Bei anderen auf ähnliche Weise gewonnenen Salzen benutzt man den

Umstand, daß heißes, kochendes Wasser viel mehr davon auflöst als kaltes (was bei dem Kochsalz nicht der Fall, dieses ist bei allen Temperaturen gleich löslich). Man sättigt dann das Wasser im kochenden Zustande und läßt die gesättigte Lösung erkalten, wobei sich alles ausscheidet, was zu viel aufgenommen war.

Fig. 12.



Wir werden gestehen, daß hier chemische Prozesse durch das Kochen nicht blos eingeleitet, sondern durchgeführt werden — aber ist es denn anders mit dem Brauen? Das Malz, in welches die Gerste zuvörderst verwandelt worden ist, soll seinen Zuckerstoff und seinen Pflanzenextractivstoff abgeben, das geschieht nicht mit kaltem Wasser. Wir haben nun den Extract, die Würze; soll diese hellfarbig bleiben, so bedarf es eines langen Kochens nicht; soll sie dunkel werden, so muß sie länger und länger sieden je nach der Tiefe der Farbe, die man haben will, und jenes scheußliche Gesöff, was in Halle, Leipzig, Naumburg u. s. w. unter dem Namen Merseburger Bier in großen Massen und mit außerordentlichem Appetit von Studenten und Philistern getrunken wird, hat die dintenartige Schwärze und den Dintengeschmack nur einer Zersetzung seiner Bestandtheile durch das lange Kochen zu danken, der Kohlenstoff seines Zuckers ist zum großen Theile verbrannt.

Aber wo der Geschmack diese Farbe auch nicht fordert, ist doch das Kochen nothwendig (wiewohl in neuester Zeit man auch nicht einmal bis dahin geht) und wenn nun, wie bei dem Bairischen Bier Hopfen dazu verwendet wird, so muß die Würze kochend über denselben gegossen werden, weil er sonst sein aetherisches Oel nicht hergiebt, gerade wie man aus

geröstetem Kaffee wohl ein bräunlich gefärbtes Wasser erhält, wenn man denselben kalt auszieht, aber niemals jenes Aroma, das den Kaffee (wohl verstanden, dem guten und starken) so lieblich macht, daß nicht nur alle geistreichen Damen, sondern selbst so große Männer wie Voltaire ihn leidenschaftlich gerne trinken.

Die Erhitzung bis auf einen gewissen Grad bringt allein schon auffallend chemische Veränderungen hervor. Stärkemehl, bekanntlich in kaltem Wasser unlöslich, wird durch langsame und langdauernde Erwärmung bis auf 60° R. zuerst in Dextrin, dann in Krümelzucker verwandelt. Gewöhnlich wendet man die Schwefelsäure an, um diese Verwandlung zu beschleunigen und die Kosten der Erzeugung zu verringern, allein dies ist durchaus nicht Bedingung, denn die bloße Erwärmung genügt zu der Verwandlung.

Eine noch stärkere Erhitzung bis zum Kochen, verwandelt die unlösliche Stärke in Kleister, worin die Körnchen der Stärke durchaus nicht mehr zu erkennen sind, worin alles in einen formlosen, dicken Schleim, in eine stark klebrige Substanz übergegangen ist.

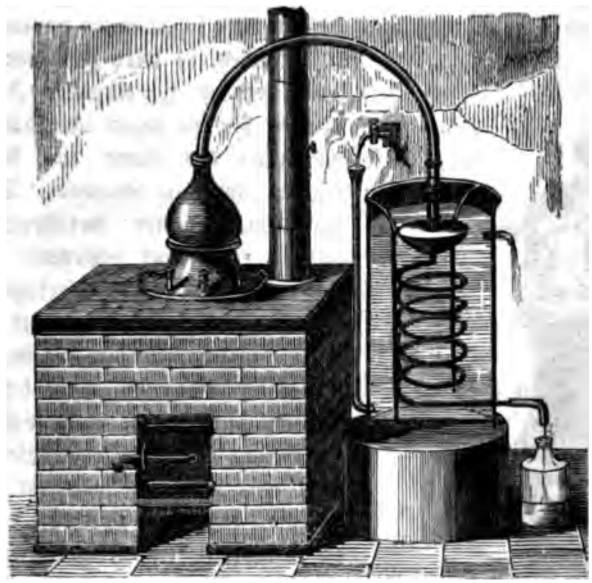
Der Buchdrucker, der Anstreicher bedient sich der Operation des Kochens zur Verwandlung des Leinöls in Firniß, der Zusatz von Bleiglätte wird nur des schnelleren Trocknens wegen angewendet, die Verwandlung des Oeles in eine harzreiche Masse geschieht allein durch das Kochen.

Und welche Stelle nimmt das Kochen in der Technik aller Destillate ein! ob man Spiritus oder Aether, ob man Rosenwasser oder das berühmte kölnische Wasser gewinnen will, immer müssen die Flüssigkeiten destillirt werden, theils um sie inniger zu vereinigen, wie bei der Eau de Cologne die aetherischen Oele mit dem Weingeist, theils um das Geistige vom Phlegma zu trennen, wie bei der Spiritusfabrikation; theils um die gemengten Substanzen zu verwandeln, wie beim Aether; endlich aber auch lediglich um irgend eine Flüssigkeit ganz rein zu haben, wie man z. B. absoluten Weingeist vom Branntwein scheidet, wie man ja selbst vollkommen reines Wasser gar nicht anders haben kann, als, indem man in den eingemauerten Kessel der Fig. 13 gewöhnliches Brunnenwasser gießt, darauf den hier sichtbaren Helm setzt, welcher durch ein gekrümmtes Rohr mit der Schlange in dem Kühlfaß verbunden ist und nun durch untergebrachtes Feuer das Wasser zum Kochen bringt.

Dabei werden nur die Wasserdämpfe entwickelt, was das Brunnenwasser an festen Substanzen, Kalk, Alkalien, Säuren enthält, bleibt zurück. Diese Dämpfe aber werden durch das kalte Wasser, welches das Schlangenrohr umgiebt, abgekühlt und so verdichtet, daß sie aus dem Ende der Röhre als reines Wasser in das untergesetzte Gefäß laufen. Dieselbe Operation findet bei Bereitung anderer Destillate statt, nur ist dann in dem Kessel

etwas anderes als Wasser vorhanden, z. B. bei der Branntweinfabrikation die Maische, bei der Aetherfabrikation ein Gemenge von möglichst reinem

Fig. 13.



Weingeist und concentrirter Schwefelsäure (oder einer anderen) — aber unter allen Umständen wird destillirt und der Techniker käme bei einer großen Menge von Operationen in die größte Verlegenheit, wenn er nicht kochen dürfte oder könnte, ja für das gewöhnliche Leben ist sogar der Grad, bei welchem gekocht wird, von großem Belang — schon wir in unseren, für das Kochen günstigen Lagen (nach der Höhe über dem Meere) finden manchmal das für Fleisch eines jungen Ochsen ausgegebene Kuhfleisch zähe und ungenießbar und die Frau vom Hause, als ob sie dies verursacht hätte, sucht sich zu entschuldigen — „das Fleisch hat nicht weich werden wollen" — „es hat so lange gekocht aber alles vergeblich" — wie nun erst im Hospiz auf dem Gotthardt oder St. Bernhard — wie nun erst auf den Berghöhen von Mexico oder gar von Quito und von Bogota in 9000, in 10 und 12000 Fuß über der Meeresfläche — da wird allerdings auch das Fleisch des jungen Huhnes nicht weich, viel weniger das eines alten Rindes, denn dort kocht das Wasser schon um 10 bis 15° früher als an der Meeresfläche und diese Temperatur ist zu niedrig, um Fleisch weich zu sieden oder um eine gute Bouillon zu bereiten, darum genießt man dort auch selten gekochtes Fleisch, und bedient sich, um Fleisch genießbar zu machen,

des Bratens, ja viele Früchte und Wurzeln werden nicht weich. In guten Küchen hat man deshalb luftdicht verschlossene Töpfe, in denen der angesammelte Dampf den Druck auf das Wasser hervorbringt, den die Luft nicht hervorzubringen vermag, weil ihre Spannung viel geringer ist.

Bei uns beginnt man auch bereits diese sogenannten papinischen Töpfe zu brauchen, es wird Zeit und Brennmaterial gespart zu einzelnen Fabrikationszweigen sind sie sogar unerläßlich, so zur Bereitung des Leims aus Abfällen von Häuten und aus Knochen. Dazu bedarf man eines starken metallenen Gefäßes, welches einen gut passenden Deckel hat, der durch Schrauben aufgesetzt oder durch eine große Schraube, die auf seine Mitte wirkt, aufgedrückt wird. Ein Ventil gestattet den Dämpfen, wenn sie in zu großer Spannung sind, zu entweichen.

Fig. 14.

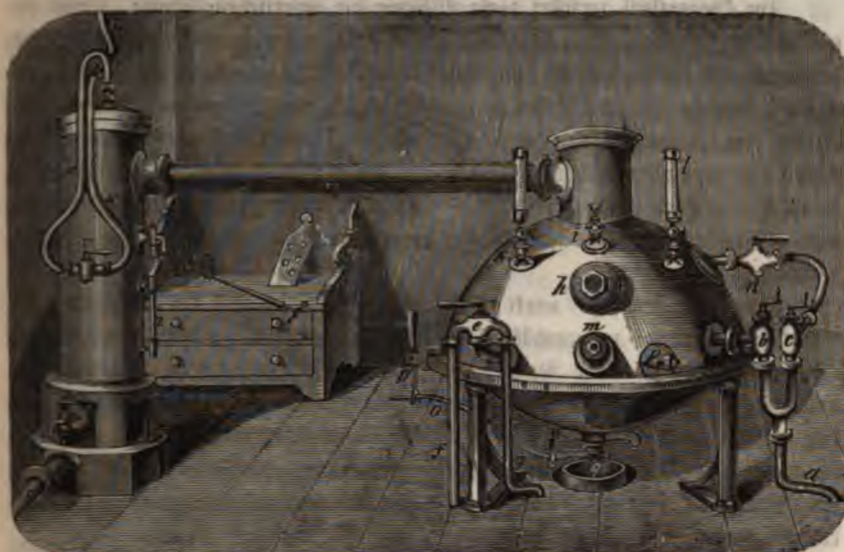


Genau das entgegengesetzte Prinzip befolgt man jetzt, seit vielleicht 30 Jahren, bei Bereitung des Zuckers — man kocht die Auflösung zur Krystallisation ein bei einer möglichst niedrigen Temperatur, man will das Gelbwerden vermeiden, welches bei dauernder Erhitzung immer eintritt, und welches so weit gehen kann, daß der Zuckersaft schwarzbraun wird und alle Süßigkeit verliert.

Um dieses zu verhindern, kocht man nur durch Dampf, welcher aus einem Dampfkessel durch das Rohr a (Fig. 15) in den Zuckerkessel gelangt, diesen, eingeschlossen in einem langen, flach spiralförmig gewundenen Rohr durcheilt und dann, ohne weiter als durch die Wandung der Schlange mit dem Zucker in Berührung gewesen zu sein, entweicht. Allein dies würde doch immer eine Erhöhung der Temperatur des Zuckersafts bis auf 100° C. voraussetzen und dieses will man nicht gestatten. Man führt daher aus dem Helm der Blase, aus welchem man das Wasser des Saftes abdestilliren will, ein Rohr nach dem Condensator, den wir in der Form eines eisernen Ofens links stehen sehen, der aber mit einer großen Luftpumpe in Verbindung, unaufhörlich luftleer erhalten wird und somit auch die Luft aus dem großen Kessel rechts verschlingt, so daß die darin enthaltene Flüssigkeit über sich wenig oder gar keinen Luftdruck hat und auch den Dampfdruck immerfort verliert, weil die stets wirkende Luftpumpe und der Condensator

diese gemeinschaftlich niederschlagen und entfernen. Nun kocht der Zuckersaft bei 40° bis 50° und der daraus gewonnene Zucker bleibt schneeweiß.

Fig. 15.



Der freundliche Leser möge nicht glauben, daß hiermit die Zuckerfabrikation oder die Leimsiederei abgefertigt sei — es sollte nur gezeigt werden, wie im häuslichen Leben, in den technischen Gewerben und in der Chemie, das Kochen eine große Rolle spielt.

Aber nicht das Kochen — die Wärme überhaupt spielt eine Rolle von der allereminentesten Wichtigkeit für Alles, was Leben hat oder was Leben hatte. Das Ei des Huhnes, des Straußes oder des Colibris entwickelt den Keim nur in einer bestimmten Wärme, und das Ei des Straußes, welches 8 bis 10 Pfund wiegt, braucht keine höhere Wärme als das Ei des Colibris, deren 100 auf ein Loth gehen, nämlich 31° R. oder 39° C. Nun ist es gleichgültig, ob die Mutter die Eier mit der Temperatur ihres Leibes ausbrütet, oder ob dies auf der schmutzigen Baumwolle in den Brütöfen der ägyptischen Bauern, oder in dem eleganten physikalischen Apparat irgend eines physiologischen Instituts über einer leicht und bequem zu regelnden Spirituslampe geschieht — wenn nur die Temperatur gleichmäßig erhalten wird, so kriecht nach seinen 21 oder 25 oder 28 Tagen der Canarienvogel oder der Casuar aus seinem Ei — aber wenn die Eier

einmal erkalteten, auch nur um 10°, so sind sie verloren, das Leben ist erloschen, und wenn beim künstlichen Brüten die Temperatur einmal zu hoch steigt, so erhält man wohl weich gekochte Eier, aber nicht junge Hühner.

Im Gegentheil zerstört diese Wärme die thierischen Stoffe, wenn sie nicht mehr Leben haben, sie zersetzen sich, sie gehen in Gährung über, sie verwesen und zwar um so schneller, je mehr die Temperatur sich derjenigen nähert, welche für das Leben derselben nöthig war, darum verdirbt das Fleisch im Sommer zur Plage aller guten Hausfrauen so schnell. Den schlechten verdirbt allerdings weniger, die haben nichts in der Speisekammer, sondern beim Fleischer — aber wer für den Haushalt sorgen und etwas von gestern auf morgen verwahren will, ist im Sommer übel daran.

So entgegengesetzt wirkt auch wieder Entziehung der Wärme; sie tödtet das Lebende und erhält das lebendig gewesene. Ein Mehsch, selbst gut bekleidet, darf keine Nacht im Freien bei 2° unter Null schlafend zubringen, ohne sicher dem Tode entgegen zu schlummern, wahrscheinlich auf das allersanfteste, denn Personen, welche aus solcher Erstarrung noch zeitig genug gerettet sind, haben nicht genug von den lieblichen Träumen und von dem unbeschreiblich süßen Gefühl des Losschließens aller Glieder aus der Spannung, in welcher das Leben sie hält, erzählen können.

Aber wie die Kälte das Lebende tödtet, erhält sie das Todte unverändert — sie widerstrebt dem Chemismus, das Verstorbene verfällt unabänderlich den natürlichen Gesetzen der Trennung und Verbindung verwandter und nicht verwandter Körper; bei den lebenden Menschen hat die Chemie nichts zu suchen, die Absonderung der Galle, des Speichels, des Schweißes geschieht nicht auf chemische Weise, aber bei dem Todten tritt sie in ihre Rechte — nur nicht, wenn er ein oder zwei oder mehr Grad unter Null hat. Im Winter kann auch die schlechteste Wirthin haushalten — wenn sie über einem Dutzend Bälle den Truthahn vor dem Küchenfenster auch ein Dutzend Tage lang vergessen sollte — es schadet nichts, er schmeckt doch, wenn er am vierzehnten Tage gebraten wird, vortrefflich. Die Kälte erhält nicht Monate, nicht Jahre, nicht Jahrhunderte lang, sie erhält unberechenbar viele Jahrtausende hindurch unverändert.

„Was wißt denn Ihr davon, Ihr großen Theoretiker?" sagt ungläubig vielleicht jeder meiner Leser — „weil es gelungen ist, ein Stück Fleisch in einem Eiskeller ein paar Jahre lang zu erhalten, so schließt Ihr gleich auf Jahrhunderte und Jahrtausende!!"

Gründeten die vorgetragenen Lehren sich auf so schwache Versuche, so wären sie sehr dürftig bedacht, und daraus solche weitgreifenden Schlüsse

zu ziehen, wäre allerdings nicht gerechtfertigt — aber die Versuche, welche durch viele, viele Jahrtausende fortzusetzen uns kurzathmigen und kurzlebigen Menschen versagt ist, hat die Natur angestellt und sie hat uns den Apparat und das Resultat der damit angestellten Versuche übergeben.

In dem mittleren und nördlichen Sibirien ist die Erde gefroren, sie thaut während des Sommers drei Fuß weit abwärts auf, von da an ist sie ein Eisklumpen — je nach der Breite, von 25° unter Null, von 20°, von 10° unter Null, und das geht so tausende von Fußen abwärts, nur daß auch dort die merkwürdige Erhöhung der Temperatur nach der Tiefe, nach dem Innern der Erde zunimmt, dergestalt, daß wenn die Temperatur des Bodens bei Irtitsch 20° beträgt, sie 100 Fuß tiefer nur 19°, 200 Fuß tiefer nur 18° unter Null ist und bei 2000 Fuß Tiefe 0° zeigen würde, und von da zu +1, +10, +20° steigen würde, wie sie an der Oberfläche von —20 bis zu —1 und 0° gestiegen ist.

Dort in Sibirien hat man sehr häufig Ueberbleibsel des vorweltlichen Elephanten, des Mammuth, gefunden, im Eismeer bilden seine Zähne ganze Inseln von sogenanntem fossilen Elfenbein und sie sind ein wichtiger Handelsartikel, aber an den Ufern der Alazeja jenseits der Indigirka und in der Nähe des Ausflusses eines der mächtigsten Ströme, der Lena in das Meer, hat man in dem Erdreich des Ufers an verschiedenen Stellen ganze eingefrorne Mammuths gefunden. Der unterwaschende Strom beraubt einen Theil des Gestades, auf welches sein Lauf gerichtet ist, seiner Stütze, seines Fundaments — dasselbe bröckelt in kleinen Theilen oder in größeren Massen ab und dies ist der Zeitpunkt, in dem der Geologe seine Studien über die Schichtung des Gesteins, des Erdreichs, des aufgeschwemmten Landes machen kann, aber es ist für die Bewohner auch die Zeit, in welcher hier ein Elephantenzahn — dort ein ganzer Kopf entblößt wird, die Zeit, in welcher sie nicht nur hiernach, sondern nach den sonstigen Ueberbleibseln des Thiers suchen, weil es ihnen ein treffliches und kostenfreies Nahrungsmittel für ihre Zugthiere, für die Hunde bietet.

Dort an den Ufern der Lena hat der engländische Reisende Adams, durch Fischer dahin geführt, einen ganzen vorweltlichen Elephanten ausgraben lassen, ein vollständiges Gerippe und die vollständige, mit weicher Behaarung versehene Haut des Thieres gewonnen und beides, die letztere ausgestopft, an das naturhistorische Museum zu Petersburg für 10000 Rubel Silber verkauft.

Was uns gegenwärtig besonders interessirt, ist, daß eben dieses, nach Petersburg verkaufte Ungeheuer, von da wo es durch Abbrechen des überhängenden Erdreichs entdeckt wurde, bis dahin, wo es Adams ausgraben ließ, sieben volle Jahre (d. h. allerdings nur die drei Monate langen

Sommer hindurch, weil während des Winters zu Felsen gefroren, es unangreifbar war) den Hunden der Jakuten zur Aetzung diente, und Adams hat wiederholt, was Pallas 50 Jahr früher mit einem anderen Exemplar desselben Thieres gethan, er hat ein Stück Fleisch davon kochen lassen und Bouillon von einem Ungeheuer der Vorwelt genossen.

Dies ist die Pointe der Erzählung. Das Fleisch war nicht blos für reißende Thiere genießbar, es konnte selbst der verwöhnte Mensch dasselbe noch als Nahrungsmittel brauchen. Wie viele Jahrtausende aber seit der Zeit, wo diese Thiere die Erde bewohnten, von wo sie in den Schlamm ihres Wohnorts versanken und darin einfroren, vergangen sind, auch nur annäherungsweise zu bestimmen, ist ganz unmöglich. Die Zeit, welche wir aus der mosaischen Schöpfungs-Urkunde heraus rechnen, ist jedenfalls eine viel zu geringe und damals, als die Erde von Menschen bevölkert wurde, war schon von diesen Riesen und Giganten keine Rede mehr, aber wären wirklich nur sechs Jahrtausende vergangen, seit der Zeit, da diese Thiere lebten, so ist das immer ein ganz hübscher Zeitraum, und wenn man sagen kann, die Verminderung der Temperatur, welche einen Menschen in sechs Viertelstunden tödtet, erhält ihn nach seinem Tode sechs Jahrtausende frisch und unverändert, so ist damit gewiß die antiseptische und überhaupt die antichemische Wirksamkeit der niedrigen Temperatur ausgesprochen und bewahrheitet.

In unseren Haushaltungen sehen wir ja auch, wie z. B. die Milch während des Sommers oder auch während des Winters, wenn sie im warmen Zimmer bewahrt wird, sich bald verändert, sauer wird, gerinnt — wie die Sahne, welche etwa der Tagelöhner, der nur eine Kuh hat, aufsammelt, um nach drei oder vier Wochen Butter zu machen, übel riechend und schmeckend, bitter und ranzig wird, und die daraus bereitete „frische Butter" unbrauchbar ist, weil sie schon verdorben war, ehe sie Butter wurde, indeß dieselbe Milch oder Sahne sich während des Winters mehrere Wochen lang sehr gut erhält, ja bei Frost so lange als das kalte Wetter dauert. Sie wird sogar besser, wenn sie nur im Freien steht, sie wird sahnenreicher, denn sie verdunstet, des Wassers wird weniger, der Käsestoff, das Fett, der Milchzucker verdunstet nicht, solche Milch geht vielleicht auf die Hälfte ihres Volumens zusammen, aber sie ist dann auch doppelt so viel werth.

Für Schiffe ist es von großer Wichtigkeit Milch aufbewahren zu können, — das hat man durch Einkochung zu ermöglichen gesucht, aber dadurch wird die Milch zerstört, sie wird verändert, der Eiweisstoff, der Käsestoff gerinnt, dieses Mittel ist also nicht anwendbar — man ist darauf gekommen sie gefrieren zu lassen und die klaren Eisstücke, d. h. das Wasser daraus

zu entfernen — das ist schon viel besser — Jetzt macht man die Sache so, man treibt durch die kalterhaltene Milch eine große Menge Luft, vermöge eines trocknen Gebläses, diese entführt das Wasser und läßt das Fett, den Zucker und den Käsestoff zurück. So eingedickt, wohl verschlossen, hält sich die Masse Jahre lang. Bei dem Gebrauch vermischt man die weiß aussehende Latwerge mit ihrem vier- bis zehnfachen Gewicht Wasser, je nachdem man gute Sahne oder gewöhnliche Milch haben will, man kann sie gleich frischer Sahne zum Kaffee oder Thee gebrauchen.

Machen kann man freilich die Milch nicht, so weit ist die Chemie noch nicht gekommen, aber daß sie dieselbe, die so leicht dem Verderben ausgesetzt ist, erhalten kann, ist schon etwas sehr Bedeutendes. Allerdings sie machen zu lernen, wäre noch besser. Der Chemiker weiß ganz genau, wie viel Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff die verschiedenen thierischen Substanzen enthalten — er kann sie zerlegen —

„er hat allerdings die Fäden in der Hand.
fehlt leider nur das geistige Band.“

Es ist bis jetzt noch ganz vergeblich versucht worden einen organischen Stoff durch die Kunst darzustellen — daß die pariser Milchleute die Milch aus Hammelgehirn und Wasser machen, ist allerdings wahr, aber es ist keine Milch — die Sache müßte so geschehen, daß man aus Coaks, Salpetersäure und Wasser, Milch bereitete, darin sind alle Bestandtheile der Milch, in der Salpetersäure ist Sauerstoff und Stickstoff, die Coaks geben den Kohlenstoff her, das Wasser liefert Wasserstoff und wenn es nöthig sein sollte auch noch Sauerstoff, aber die Salpetersäure giebt dessen schon genug, der Ueberfluß ginge denn bei Bereitung der Milch in die Atmosphäre — aber so weit sind wir noch nicht. Welch ein Glück für die Hausfrau, wenn ihre ganze Speisekammer in einem Scheffel Coaks bestände, Sauerstoff und Stickstoff giebt die Atmosphäre, Sauerstoff und Wasserstoff jeder Brunnen, allenfalls wäre noch ein wenig Schwefel nöthig um die Sachen pikant zu machen und den lieblichen Geruch gekochten Kohles oder gebratener Zwiebeln hervorzubringen, oder die gelbe Farbe der Eidotter — im Uebrigen hätten wir für alle organischen Stoffe, welche unser Tisch braucht, von den Spargeln bis zum Sauerkraut und von der Schnepfe bis zum Hammelbraten an den gedachten vier Stoffen genug, und es käme nur darauf an ein wenig mehr Stickstoff zu nehmen, um diesen oder jenen Braten — ein wenig mehr Kohlenstoff, um das Fett oder den Speck — etwas mehr Wasserstoff, um Bohnen oder Blumenkohl oder gelbe Rüben zu machen — eine ideale Zeit für die Hausfrauen und Gastwirthe, der Mann und die Kunden würden nicht mehr brummen über verdorbenes Fleisch oder mageren Braten, über täglich wiederkehrende Gemüse — leider

sind wir mit all unserer Industrie, all unserer Technologie noch nicht so weit das machen zu können; zerstören, zerlegen in seine Bestandtheile können wir das Organische, zusammensetzen können wir die Theile nicht — „fehlt leider das geistige Band".

Verbindungen und Lösungen.

Wir können nun wohl von etwas Anderem, gleichfalls Alltäglichem sprechen, um zu zeigen, wie die Chemie auch hier in das Leben, in unseren Haushalt eingreift.

Die Frau vom Hause beklagt sich über die Eisenflecke in der Wäsche — „sieh nur lieber Mann hier — wie das häßlich ist in der feinen Serviette" — — Ei nun, man muß sehen, wie man das herausbekommt, ich werde wohl das Messer, welches von Senf oder von Essig naß gewesen ist, daran abgewischt haben. — „Ja aber hier, an Deinen Oberhemden — daran wirst Du doch nicht Dein Messer abwischen!" — Nun, das wird wohl ein Dintenfleck sein. — „Aber ich bitte Dich — die schönen feinen Hemden." — Ei, mein liebes Kind, mit ein wenig Kleesalz geht das ja wieder heraus. — „Ei ja, mit Scheidewasser auch, aber es giebt Löcher."

Da säßen wir ja mitten in der Chemie und ich will die Frau Geheimeräthin lehren, die Eisenflecke mit Scheidewasser aus der Wäsche zu entfernen, ohne daß es Löcher giebt, denn sonst wäre allerdings die Scheere das einfachste Mittel einen Rostfleck zu entfernen, wenn's auf ein Paar Löcher nicht ankäme.

Was ist denn vorgefallen? Ein Stück Eisen ist naß geworden und gerostet, der Rost ist durch eine Säure aufgelöst und diese Auflösung ist auf die Wäsche gekommen; das giebt diese rostgelben Flecke. Rost! Was ist denn Rost?

Ein in der Natur überaus verbreitetes Element, ein Bestandtheil beinahe aller Steine, nur nicht der reinen Metalle, wohl aber ihrer Erze ist der Sauerstoff, er befindet sich in der Luft, im Wasser, er befindet sich in fast allen Säuren, er macht sie zu diesen scharfen, auflösenden Substanzen — die Säuren greifen die Metalle an, weil der Sauerstoff noch eine größere oder lebhaftere Verwandtschaft zu den Metallen hat, als zu der Basis der Säure, mit welcher er verbunden war.

Wenn man die Nässe von einem Stück Eisen mit einem Tuche abwischt, so kann es wohl sein, daß man noch nichts sieht, daß der Oxydationsprozeß noch nicht weit genug vorgeschritten war — nun kommt aber

der Sauerstoff der Luft dazu, dieser vollendet die Oxydation und damit ist der röthlich gelbe Rostfleck fertig.

In der Dinte ist es gallussaures Eisen, welches die Schwärze hergiebt. — Ursprünglich war es schwefelsaures Eisen (Eisenvitriol), welches wasserklar, nicht färbt, mit der Auflösung dieses Salzes kann man auf Papier schreiben, es ist nichts zu sehen sobald es trocken ist. Wenn man einen Schwamm in Gallussäure oder in einen Auszug von Galläpfeln durch Wasser, taucht, ihn ausdrückt und mit dem so befeuchteten Schwamm über das reine Papier fährt, so tritt in dem Augenblick, wo dieses geschieht, die Schrift schwarz hervor, denn die Gallussäure schlägt das Eisen aus seinen Auflösungen so schwarz nieder, wie die Blausäure dasselbe schön blau thut und wie es durch Cyan gelb oder roth gefärbt wird.

Der Sauerstoff der Luft hilft die Oxydation vollenden, blasse Dinte wird nach einem Tage ganz schwarz, vorausgesetzt, daß es an Eisenvitriol nicht gefehlt habe.

Also Eisen und Sauerstoff giebt Rost und dieses giebt die Rostflecke in der Wäsche, auch Dinte giebt solche gelbe Flecke, denn die Seife oder freies Alkali, Lauge, womit man wäscht, verbindet sich mit der Gallussäure und läßt das oxydirte Eisen zurück, welches den gelben Rostfleck bildet.

Nun kann man auch den gelben Fleck durch eine Säure fortschaffen, man macht dann aus dem oxydirten Eisen ein lösliches Salz, welches ausgewaschen werden kann, aber das braucht nicht gerade Kleesäure zu sein, Scheidewasser oder Schwefelsäure thut es auch. Man legt das Stück Leinwand (Serviette, Schnupftuch) einfach und glatt auf einen Tisch von Tannenholz, der gewaschen werden kann; die Stelle, wo der Fleck ist, begießt man mit Wasser, so daß ein handgroßer, recht nasser Fleck entsteht. Auf den Rostfleck selbst bringt man nun behutsam einen Tropfen Säure und augenblicklich ist der Fleck verschwunden; aus einem Glase gießt man bereit gehaltenes Wasser darüber und vertreibt die Säure, verdünnt sie, und alsdann wäscht man das Tuch sofort sorgfältig aus. Man wird von einem Fleck so wenig bemerken als ein Loch entstehen wird, allein schnell muß man sein, läßt man der Säure Zeit den Faden zu zerstören, so ist freilich ein Verlust zu beklagen.

Auflösungen, Austausch der Bestandtheile, Niederschlagen, wieder auflösen in ein anderes Lösungsmittel, so geht es in der Natur unaufhörlich fort, und was der Mensch weiß, hat er nur der Natur abgelauscht.

Es wird eine Handvoll Waizen der Erde übergeben. Die Erde ist aber trocken — da kann der Waizen Jahre lang liegen, er wird nicht aufgehen. Umgekehrt, wird Getreide in Wasser gelegt, es schwillt, man nennt dieses „Quellen“; jedes Korn wird dick zum Platzen, aber es keimt

nicht, es ersäuft. Man nimmt aber, bevor es so weit gekommen ist, das Getreide aus dem Wasser und läßt es auf einem Haufen liegen — nun erwärmt es sich, nun bildet es Keime, es verwurzelt, es wird Malz. Aber auch dieses Getreide wird uns keine Erndte liefern, und wenn man es nun getrocknet hat und es also eigentlich trocken gewordenes, der Aufbewahrung fähiges Malz ist, so kann man ihm auch die günstigsten Bedingungen bieten, es wird doch nicht mehr wachsen.

Soll dies geschehen, so muß das Getreide nicht in trockene Erde kommen und auch nicht in Wasser gelegt werden — nicht eins oder das andere, sondern beides ist zu seinem Wachsthum nöthig. Das Getreide muß in Erde, aber in feuchte Erde, kommen, hier wird es zuerst seinen Keim und die Würzelchen entwickeln, dann wird durch diese dem Keime dasjenige zugeführt, was das Wasser aus der Erde, worin der Keim liegt, aufgelöst hat, und je reicher an löslichen Substanzen, an Alkalien und Säuren der Boden ist, desto üppiger wird alles wachsen, das weiß der Landmann wohl, darum bringt er Dünger auf seine Felder, darin ist Salpetersäure, Kohlenstoff 2c. in Menge vorhanden, darum fährt er Teichschlamm auf trocknen Sand oder er bringt Lehm dahin, darum bringt er auf feuchte Gründe Mergel und auf Wiesen Gyps.

Dies Letztere hat man von Franklin gelernt, welcher auf einer an der Landstraße gelegenen schlechten Wiese mit sehr großen Buchstaben die Worte „Wirkung des Gypses“ mit gepulvertem Gyps ausstreute. Dort, wo diese Buchstaben zuerst weiß aus dem mageren Grün der Wiese schimmerten, sah man bald das Gras sich in üppigster Fülle erheben und in einer so entschieden dunklen Schattirung vor dem anderen schlechten Grase hervortreten, daß Jeder, der es sah, darüber erstaunt war, und die künstliche Düngung sich schnell verbreitete; so unterschied man diese, durch Mineralien hervorgebrachte, von der natürlichen, die mittelst des Stalldüngers, des animalischen, bewirkt war. Allein, was ist hier wie dort das Wirksame? — es werden die Stoffe, welche der Pflanze nöthig sind, ihr in einer Auflösung durch das Wasser zugeführt — dieses allgemein verbreitete Mittel vermag die meisten Stoffe in beträchtlicher Menge aufzulösen, aber beinahe alle in geringen Mengen, es scheinen selbst die Metalle davon nicht ausgeschlossen, denn es oxydirt sie (die edlen ausgenommen) und nimmt dann mit Hülfe der Kohlensäure, ohne welche es in der Natur fast niemals angetroffen wird, die Oxyde auf.

Nun kann die Pflanze wachsen! Wie dies geschieht, wissen wir zwar nicht, das ist eines jener großen Geheimnisse, welche die bildende Natur sich in geheimster Werkstatt vorbehalten hat und woran sie auch immer nur im Dunklen, im Schooß der allgemeinen Mutter-Erde, oder im Schooß

der Mutter jedes Thieres, arbeitet — aber es ist unzweifelhaft, daß allem Lebenden und Wachsenden von außen Nahrungsstoffe zugeführt werden müssen und zwar sowohl feste als flüssige, weil bei der Entziehung derselben der Tod die unausbleibliche Folge ist. Wie kurze Zeit nur kann der Mensch, das Thier, die Pflanze Durst ertragen, wie schnell welkt eine Balsamine, wenn man ihr nicht genug Wasser giebt, und wie kann man es mit ansehen, daß die hängenden Blätter, die geneigten Stengel, wieder gefüllt werden, sich wieder aufrichten, wenn man ihnen Wasser giebt. Der blühende Oleander verzehrt dessen so viel, daß man täglich den Topf zweimal überschwemmen darf — ja muß, wenn er schön blühen soll — dann bedeckt er sich mit seinen prächtigen dunklen Rosen und ist sieben bis acht Wochen lang ganz voll davon, indeß, wenn man ihn mager, dürftig hält, er sehr sparsam blüht, die meisten Knospen lange vor ihrer Entwicklung abfallen und diejenigen, die zum Aufbrechen kommen, kaum zwei Tage lang aushalten.

Der Landmann weiß sehr gut, wie wichtig nicht nur genügende Nahrung seinem Viehstande überhaupt ist, sondern, wie vorzugsweise dem jungen Vieh gesunde und mehr als reichliche Nahrung gegeben werden müsse, dann entwickelt es sich zusehends und sein Werth wiegt dann die darauf verwendete Fütterung zehnfach auf und weil unter allen Landleuten der engländische Pächter dies am besten versteht, darum ist sein Viehstand der trefflichste, seine Hammel, seine Rinder sind die größten und schwersten und werden enorm bezahlt; und weil der griechische und türkische Landmann oder der ostindische, an Intelligenz ihm nahe verwandte, dies am schlechtesten versteht, darum ist sein Vieh das allerschlechteste, was es giebt, und es ist in der ganzen Race so tief verdorben, daß seine Abkömmlinge, wenn sie hier unter bessere Pflege gebracht werden, erst in der zweiten Generation einigermaßen tauglich werden.

Und wie die mineralischen Bestandtheile die Pflanze nähren, indem sie durch mancherlei Säuren auflöslich gemacht, und der Pflanze zugeführt werden, so ernähren die Pflanzen wieder das Thierreich und dieses ist bestimmt von anderen Thieren und von Menschen verzehrt zu werden, und nach und nach in dasjenige überzugehen, was wieder fruchtbare Erde bildet, woraus Pflanzen entstehen können, welche Thiere nähren und so geht das fort in einem ununterbrochenen Kreislauf, so mit den festen und flüssigen Substanzen, wie es in einem eben solchen Kreislauf durch Thiere und Pflanzen mit dem Sauerstoff und der Kohlensäure des Luftoceans geht, und alles dies geschieht durch Auflösen und Niederschlagen.

Aber es geht auch aus diesem Allen ein unaufhörlicher Wechsel der Substanzen, der gesammten Körperwelt hervor, so daß kein Thier und

keine Pflanze heute noch ganz das ist, was sie gestern war. Unaufhörlich nagt der Verbrennungsprozeß, die Oxydation, an den lebenden Körpern, unaufhörlich geht durch Verdunstung, Absonderung, Abschuppung etwas verloren, unaufhörlich wird Neues angesetzt. Was die Natur hier treibt, macht der Spanier auch in seiner Olla potrida, der Wiener Koch in seiner Gabori Ssossn (Capernsauce), und die Holländerin in der Guyana in ihrem Peperpott (Pfeffertopf). Täglich kommt Neues zu dem Gemengsel, täglich wird es umgerührt und etwas davon verbraucht; es ist immer dasselbe und ist doch immer etwas anderes, alle drei Gerichte werden in acht Tagen den Zustand einer Cloake annehmen, da aber täglich etwas von dem Gährungsstoff hinweggenommen wird und ebenso täglich neue Substanz hinzukommt, welche erst von der Gährung ergriffen werden soll, so hält die Olla für ein ganzes Leben aus und die Gabori Ssossn geht als Inventar von einem Besitzer des Wirthshauses auf den anderen über und der Peperpott ist von der Mutter angelegt, vererbt sich auf die Tochter und wird auf die Enkelin übergehen, sobald diese sich verheirathet.

Wie könnte denn ein Thier bestehen, aus lauter so leicht verweslichen Stoffen zusammengesetzt, aus Fleisch, Blut, Hirnsubstanz, wenn nicht unaufhörlich ein Stoffwechsel neues hinzubrächte und altes fortführte? Unaufhörlich findet Auflösung des Vorhandenen und Entfernung desselben statt, unaufhörlich schlägt der lebende Körper aus ihm zugebrachten Auflösungen das ihm Nöthige nieder und wirft das ihm Unnöthige aus.

Daß hierbei noch eine andere Kraft wirksam auftritt, die geheimnißvolle, unergründliche Lebenskraft, ist bereits gesagt worden, aber dieses hindert nicht die Wahrheit des eben Angedeuteten — der Chemismus ist bei allen diesen Vorgängen thätig und bis hieher — bis zu dem hier Angedeuteten, können wir die einzelnen chemischen Prozesse ganz genau verfolgen.

Wärme-Wirkungen.

Welch ein mächtiges Agens ist in der Chemie die Wärme! was schafft sie, was bildet sie, wie greift sie in alle Verhältnisse ein, von da, wo sie uns aus einem Stück rohen Fleisches einen Braten giebt, bis dahin, wo sie aus Kieselsteinen Glas und aus Thon Porzellan bildet.

Wir sehen in der Fig. 16 eine gewöhnliche Töpferwerkstatt — auf demselben Stuhl dreht der Töpfer seine Schüsseln und Töpfe, auf dem-

selben der Mann, welcher Fayence macht, seine Teller und Tassen, auf demselben der Porzellanarbeiter seine Terrinen, Näpfe 2c.

Fig. 16.



Die Arbeit ist überall dieselbe, sie wird bei dem ordinairsten Geschirr stets aus freier Hand, bei dem feineren und feinsten, theils aus freier Hand, theils in Formen gemacht, der Unterschied liegt nur im Stoff und in der chemischen Wirkung, welche das Feuer darauf übt.

Der Töpfer schichtet seine grobe Waare aufeinander ohne Schutz gegen die Flamme, sein Ofen ist ein mäßig großer, hohler Raum mit einem gemauerten Rost, auf demselben stehen die großen Sachen zu unterst, dann kommen die kleineren, ganz oben die schwächsten, der ganze Ofen ist voll davon. Das Feuer, was unten angemacht wird, durchstreift den ganzen Raum bis nach und nach jedes Stück glühend geworden ist. Nach dem Erkalten findet man es ein wenig kleiner, viel dichter, findet es klingend, sonst ist es aber nicht besonders verändert, nur plastisch ist dieser einmal gebrannte Thon nicht mehr.

Nun kommt der Porzellanofen. In diesem sehen wir lauter Cylinder — wahrscheinlich ist es nicht, daß die Fabrik sich nur mit der Verfertigung von großen und kleinen Cylindern abgiebt — was ist denn das, was man dort sieht? Kapseln nennt man diese Cylinder; das Porzellan wird nicht in freiem Feuer gebrannt, jedes Stück kommt in eine thönerne Kapsel,

so werden sie aufeinander gestapelt, wie die Fig. 17 zeigt, und nun wirkt das Feuer und zwar muß dieses ein viel heftigeres sein als das zum

Fig. 17.



Brennen der Töpferwaaren, denn innerhalb der unschmelzbaren Kapseln muß es noch eine solche Hitze erzeugen, daß der dahinein gesetzte Teller, die Terrine, die Büste zu schmelzen beginnen, wohl verstanden, beginnen, sie müssen zusammensintern, das ist sehr schwer abzupassen, darum giebt es so viel Ausschuß, wobei das Feuer zu viel oder zu wenig gewirkt hat. Alles aber ist in seinem Innern total verändert, aus der trocknen, bröckeligen Masse ist eine glasähnliche Substanz geworden, welche jedoch viel fester als Glas, viel wiederstandsfähiger, viel härter ist, gegen Hitze und Kälte, gegen plötzlichen Temperaturwechsel bei weitem weniger empfindlich. Das Töpfergeschirr, das ähnliche, nur aus feinerem Thon bereitete Fayence, ist selbst in ganz dünnen Stücken undurchdringlich gegen das Licht, Porzellan ist durchschimmernd wie das Milchglas, und alle die veränderten Eigenschaften, welche dasselbe von dem rohen Porzellan unterscheiden, dankt es der Hitze, denn auch der Porzellanthon ist wie der Töpferthon und der Lehm des Ziegels, im Wasser zu erweichen, ist plastisch, wie man es gewöhnlich nennt, d. h. bildsam, formbar, und hört auf es zu sein, sowie die Glühhitze das Hydratwasser daraus vertrieben; und auch das Töpfergeschirr kann nach dem Glühen nicht mehr erweicht und zu anderen Formen verwendet werden.

Hier haben wir den Weg eingeschlagen die Substanzen im rohen Zu-

stande zu formen und dann haben wir ihnen durch Glühen und theilweise durch Schmelzen die verlangten Eigenschaften gegeben.

Ein dem vorigen Stoffe und seiner Verwandlung durch das Feuer ganz benachbarter Gegenstand, der Kiesel, wird doch ganz anders behandelt, hier schmilzt man denselben unter Zusatz von Alkalien und Metalloxyden zuerst und dann formt man ihn.

Der Kiesel wird mit Kali oder Natron (daher die Unterschiede Kaliglas oder Natronglas) und Kalk oder Bleioxyd in große irdene Töpfe gebracht, welche in dem Kunstausdruck der Glasbereiter Häfen heißen; diese Häfen stehen in einem kreisförmig angelegten Ofen nahe an dem Rande, an der Wandung umher, eine furchtbare Gluth macht das Gemenge in dem Hafen schmelzen. Wenn diese Masse fertig ist, wenn sich ihre Bestandtheile gut vereinigt haben, wenn sie zu einem ganz homogenen Körper geworden sind, dann erst geht das Bilden und Formen an, dann erst ist das kieselsaure Kali plastisch, dann taucht ein Arbeiter sein eisernes Blaserohr durch

Fig. 18.



ein Loch in den Ofen, in einen der Häfen und nimmt einen glühenden, weichen Klumpen heraus, bläst in das Rohr und schwellt es etwas auf, rollt es auf einem nassen Tisch und hält es wieder in den Ofen, damit

es sich von Neuem erweiche, dann bläst er es wieder auf und schwenkt es, hält es nochmals in den Ofen und schwenkt es wieder, und macht aus dem Glasklumpen eine Kugel und aus der Kugel einen Cylinder, von diesem Cylinder schmilzt er die Calotten ab und schneidet ihn, nachdem auch das am Blasrohr sitzende Stück abgesprengt worden, der Länge nach auf, und bringt den zerschnittenen Cylinder dann in den Streckofen, wo er sich gerade auslegt, um später im Kühlofen langsam auf die gewöhnliche Lufttemperatur herab zu kommen.

Was würde in beiden Fällen hier geleistet werden können ohne die Wärme? es wäre nicht möglich die Porzellanerde (Kaolin, verwitterten Feldspath) mit dem Kiesel und seinen sonstigen Schmelzmitteln zu einer dichten, homogenen, feuersteinharten Masse (an welcher der Stahl Funken giebt) zu vereinigen ohne das Feuer. Es wäre eben so unmöglich die Kieselsäure und das Kali zu Glas zu vereinigen, Gefäße daraus zu blasen oder zu gießen, zu pressen ohne das Feuer; denn die unter dem Namen Wasserglas bekannte Auflösung von kieselsaurem Kali ist zu all den gedachten Dingen unbrauchbar, giebt keine Fensterscheibe und kein Weinglas — hierbei muß die bis zur Schmelzhitze erhöhete Temperatur wirken — sie muß die Stoffe homogen, formbar machen.

Bei den bisher geschilderten Vorgängen lag die Wirkung des Feuers darin, daß es mehrere ungleichartige Körper zu einem neuen verband, der gleichartig ist, in welchem die Bestandtheile nicht mehr zu erkennen sind, der Chemiker weiß aber das Feuer auch zu benutzen, um solche Körper, die von der Natur gebildet, ungleichartige Stoffe in sich zu einem scheinbar homogenen Körper vereinigt enthalten — zu trennen. Dieser Vorgang wird bei der Gewinnung der Metalle aus ihren Vererzungen gefunden.

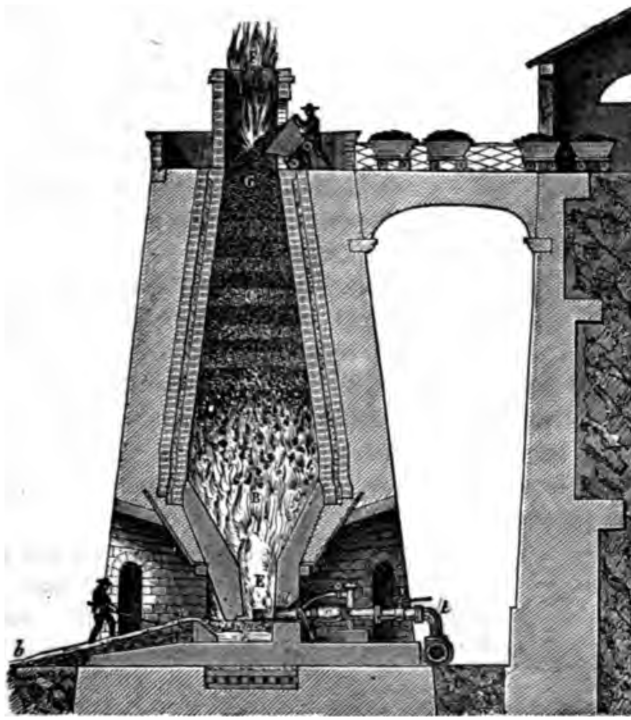
In den Hochofen, dessen Durchschnitt die Figur zeigt, wird das Erz mit dem Brennmaterial in abwechselnden Schichten von unten bis oben eingetragen, unten wird das Brennmaterial angezündet und durch mächtige Gebläse die nöthige Luft zugeführt, welche mit den Producten der Verbrennung beladen, oben entweicht, nachdem sie die ganze Masse des Erzes und der Kohlen, welche den Ofen füllen, durchdrungen, durchwärmt, zum demnächst folgenden Selbstbrennen und Schmelzen vorbereitet hat.

Nach und nach sinkt das Erz geschmolzen in den untersten Raum, es sondert sich das schwere Metall von der leichteren Schlacke und das Feuer hat die verlangte Scheidung vollbracht.

So werden die Eisenerze behandelt, immerfort schüttet man oben eine Lage Erz und eine Lage Kohlen nach, wie durch das Herabsinken der Masse Platz dazu entsteht und immerfort zapft man unten, zuvörderst die Schlacken, dann aber das tiefer stehende Metall ab.

Anders verfährt man mit anderen Metallen, aber der leitende Gedanke ist immer durch Feuers Gewalt eine vorhandene Verbindung zu trennen, indeß in dem Vorigen das Feuer eine Verbindung hervorbrachte.

Fig. 19.



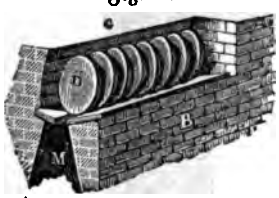
Man trennt aber durch das Feuer nicht blos die Metalle von ihren Vererzungsmitteln, Sauerstoff, Schwefel ꝛc., sondern man vereinigt und trennt dadurch auch zwei und mehrere Metalle, die bereits fertig sind.

Das Kupfererz enthält gewöhnlich nicht unbedeutende Mengen Silber, wollte man sie auf nassem Wege (durch Auflösung in Säuren und durch darauf erfolgten Niederschlag) zu gewinnen suchen, so würde man viel mehr verlieren als man gewinnt, denn die Operationen sind durch den bedeutenden Aufwand von Säuren theuer, man macht es also anders.

Das Kupfer ist aus dem Erze gewonnen und es hat das Silber mit in sich aufgenommen, es ist eine Legirung von Silber und Kupfer. Nun weiß man, daß Silber sich mit dem Blei sehr viel leichter verbindet als mit dem Kupfer, man schmilzt also Blei mit der Legirung von Kupfer

und Silber zusammen, rührt alles wohl und lange durcheinander, während das Schmelzungsprodukt möglichst dünnflüssig ist, und nun gießt man es zu dünnen, runden Scheiben aus, in dazu vorbereitete Formen, welche jedoch vorher sorgfältig erwärmt waren, so daß keine plötzliche Erkältung der Legirung eintritt. In diesem Falle nämlich bleiben die Metalle so innig mit einander gemengt, daß man sie beinahe für chemisch gemischt ansehen kann. Bei einer langsamen Erkaltung aber, bleibt das Blei inmitten des erstarrenden Kupfers noch flüssig, weil es umgeschmolzen zu sein, viel weniger Wärme braucht als das Kupfer. Es bildet darin große und kleine Tropfen, die den Kupferscheiben ein sonderbares, marmorirtes Ansehen geben und in diesen Bleitropfen ist nun das gesammte Silber, welches in dem Kupfer enthalten war, mit dem Blei vermengt.

Fig. 20.



Jetzt schichtet man diese Scheiben aufrecht stehend neben einander, wie wir in der Figur sehen, wo CB das Mauerwerk des Ofens, M der Feuerheerd desselben ist, D die Kupferplatten zeigt, welche von M her erhitzt werden und dahin auch ihr Blei und Silber abgeben sollen, deshalb man sie auf eiserne Platten stellt, die nach der Mitte zu eine Neigung haben und einen Spalt zwischen sich lassen.

Fig. 21.



In der hier gezeichneten Figur sieht man den ganzen Ofen. Zwischen die Scheiben, die in der vorigen Figur frei liegend dargestellt sind, hat man Holzkohle geschüttet und sie auch zur Seite damit bedeckt, eiserne Tafeln FF hindern das Herabfallen derselben.

In den Feuerräumen M wird ein tüchtiges Flammenfeuer angemacht, welches die Kupferscheiben beinahe bis zum Glühen, lange aber noch nicht zum Schmelzen bringt, die zwischengestreute Kohle, welche gleichfalls glühend wird, macht die Hitze gleichmäßig und verhindert zugleich die Verbrennung, die Oxydation des Kupfers, aber das leichtflüssige Blei trennt sich aus seinen Höhlungen, fällt auf die geneigte Sohle des Ofens M und fließt auf dieser nach vorn in die vor demselben angebrachten Vertiefungen.

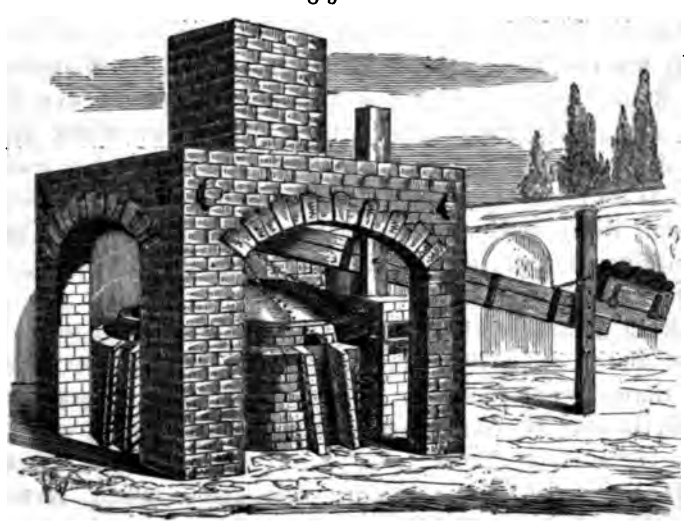
So hat die starke Hitze die Metalle mit einander verbunden, die lang=

same Abkühlung hat dem früher erstarrenden Kupfer gestattet, sich von dem Blei zu trennen, welches vorher in der Legirung alles Silber aufgenommen hatte, und die spätere Erhitzung der Kupferscheiben hat wieder dem leichter schmelzbaren Blei gestattet, sich aus seinen Höhlungen zu entfernen.

Wenn weiter nichts gewonnen wäre, als daß der Antheil Silber, welchen man im Kupfer vorhanden weiß, jetzt statt mit dem Kupfer mit Blei legirt ist, so würde der Vortheil nicht groß sein; der Vortheil liegt aber darin, daß man das Silber aus dem Blei auch auf trocknem Wege, d. h. blos durch Feuer gewinnen kann, ohne Anwendung von Säuren, Zeit und Geld kostenden Auflösungen und allem, was damit verknüpft ist.

Die Operation anzudeuten, möge dem Verf. hier in der Einleitung, welche nur zeigen soll, was alles in die technische Chemie gehört, über was sie sich verbreitet, noch gestattet sein, weil sie darthut, wie der geschickte Techniker alle Verhältnisse, in welche die verschiedenen Körper zu einander treten, zu benutzen weiß, so hier die verschiedene Empfänglichkeit der beiden Metalle für den Sauerstoff, von welchem das Blei leicht in der Hitze ergriffen wird, während umgekehrt das Silber, wenn es mit Sauerstoff verbunden war, wie in seinen Oxyden, durch bloße Erhitzung den Sauerstoff entläßt.

Fig. 22.

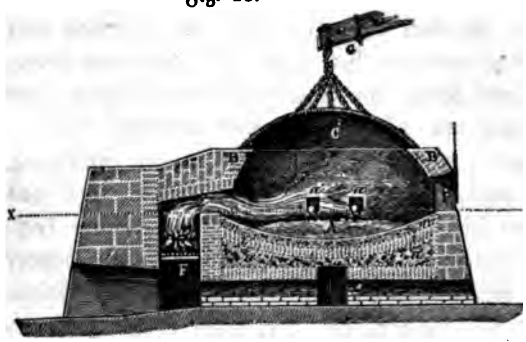


Die Fig. 22 zeigt einen sogenannten Triebheerd, auf welchem das Blei geschmolzen und oxydirt werden soll. Das äußere Mauerwerk ist für den Heerd selbst unwesentlich, es dient zum Theil nur die Bedachung der Holzhütte zu tragen, in welcher der Heerd befindlich. Das innere

kreisförmige Mauerwerk umschließt den Heerd, welcher aus Thonmergel fest geschlagen und vor dem Beschicken sorgfältig getrocknet wird.

Auf diesem Heerde liegt ein großer, den ganzen Heerd von oben her schließender Deckel aus Eisenblech, welcher an einem Hebebaum mit geringem Ueberschuß nach vorn, im Gleichgewicht hängt.

Fig. 23.



In der nebenstehenden Figur sieht man einen Durchschnitt dieses Heerdes. Die große Schüssel aus Mergel bildet den Mittelpunkt A des ganzen Prozesses, darauf liegt das Blei; in dem Feuerheerde F wird ein starkes Flammenfeuer unterhalten, welches durch die niedrige Decke geleitet, immer auf das Blei herabwirkt. Bei a sieht man die beiden Düsen mächtiger Blasebälge und bei P die durch eine Scheibe verschließbare Thüre, durch welche die geschmolzenen Massen immerfort mit Krücken bearbeitet wird.

Was der Chemiker hier verlangt, ist eine Verbindung des Sauerstoffs der Luft mit dem Blei, deshalb führt man die Luft der Blasebälge nicht in das Feuer, sondern auf die Fläche des geschmolzenen Bleies, worauf sich alsbald eine Oxydhaut bildet, die immer wieder aufgerührt wird, um noch mehr Sauerstoff aufnehmen zu können; hat man dieses erreicht, so wird diese Oxydschicht bei Seite geschoben und dem Blei wieder eine blanke Fläche gegeben, dann wird auch das Produkt der Oxydation, die Bleiglätte, entfernt, und so wird des Bleies immer weniger, und die Oxydation geht immer sparsamer vor sich.

Endlich ist beinahe das letzte Blei verzehrt, noch aber genug Metall auf dem Boden der Treibschale, dieses Metall oxydirt zwar noch, aber nur in einem dünnen Häutchen, welches die lebhaftesten Regenbogenfarben spielt, worin aber die drei einfachen, Blau, Gelb und Roth, vorwalten — nachdem dieses einige Minuten gewährt, zerreißt die farbige Schicht, und es blickt eine weiße, helle, zugleich weißglühende Masse hervor; der Silberblick; was nun noch an geschmolzenen Metallen dort liegt, ist Silber, das Blei ist oxydirt — in dem Rest, in dem zurückbleibenden Silber, ist nur noch sehr wenig davon, welches durch eine ähnliche Operation, das sogenannte Feinbrennen, noch entfernt wird.

So reicht das Feuer in allen seinen Abstufungen dem Chemiker die

Hand zu seinen Arbeiten, und so weiß er auch umgekehrt die Verminderung der Wärme zu benutzen, um Aehnliches zu bewerkstelligen. Viele Salze krystallisiren aus ihren Auflösungen bei gewisser Temperatur, bei der andere Salze in derselben Lösung noch unverändert zurückbleiben, durch dieses Hülfsmittel scheidet er zwei, drei in einer Lösung vereinigte. — Viele Substanzen, welche als Dämpfe mit einander vermischt sind, schlagen sich bei verschiedener Temperatur nieder. — Dieses benutzt der rationelle Techniker, derjenige, welcher die Chemie braucht, um sein Gewerbe vernünftig zu betreiben (nicht wie es der Brauch ist, wie es seit so und so viel Jahren hergebracht ist), so scheidet der Spiritusfabrikant die Weingeistdämpfe von den Wasserdämpfen, indem er dem Kühlapparat eine solche Temperatur giebt, daß sich die Wasserdämpfe schon niederschlagen, indeß die Spiritusdämpfe noch in ihrer flüchtigen Form verbleiben, wodurch er die ersteren von den letzteren trennt.

Aber er benutzt nicht blos die Wärme, er benutzt auch das Licht zu seinen Zwecken — er hat der Natur abgelauscht, daß sie ihre Blüthen und Blätter zwar unter dem Einflusse des Lichtes färbt, aber auch, daß sie die abgestorbenen allein durch das Licht entfärbt. Das erstere ist wieder einer jener unerklärten Prozesse der Lebensthätigkeit, die dem Chemiker verschlossen, unenthüllt sind; das letztere weiß er zu benutzen. Warum ein Oleander, im Zimmer gehalten, so blaß blüht, daß er wie eine Theerose für weiß ausgegeben werden kann, indeß er im Freien ein prächtiges, dunkles Rosenroth entwickelt; warum der Keim einer im finsteren Keller vergessenen Kartoffel sich durch die vorhandene Feuchtigkeit und die Humusschicht, die er gefunden hat, genährt, ganz weiß entwickelt und warum er sich sofort grün färbt, so wie er an das Licht tritt, wissen wir nicht zu erklären, nicht zu benutzen, daß aber die Sonne das dunkelgrüne Gras, sobald es gemähet, nicht blos in Heu verwandelt, sondern auch hellgrün, graugrün, mißfarbig und endlich, wenn es mehrere Tage auf dem Felde bleibt, weil es wohl ein Paar Mal beregnet ist, weiß macht, das wissen wir wohl zu benutzen — zu erklären freilich auch nicht, wir sagen nur, die Sonne bleicht, und einige Leute meinen auch, sie hätten hiermit etwas erklärt, sie seien der Sache näher gekommen — das Wort erklärt nichts — was bleicht in dem Sonnenstrahle? das wissen wir nicht, aber wir bemächtigen uns der Thatsache und machen aus dem grünlich grauen Hanf und Flachs schöne weiße Leinwand, oder wir verringern eine zu tiefe, aber vergängliche Farbe durch das Bleichen und machen eine hellere, aber lichtbeständige daraus, eine Operation, welche der Färber und der Kattundrucker beinahe bei jedem Stücke zu machen gezwungen ist, weil die Farbe, sowie sie aus der Küpe auf das Zeug kommt, der Luft und dem Lichte nicht vollständig

Widerstand leistet. Wo dies nicht beobachtet worden, ja selbst wo es beobachtet, aber nicht zur Genüge geübt worden, gehen aus der Fabrik diejenigen Tücher hervor, bei denen man sehr bald die außen getragene, von der anderen Seite zu unterscheiden vermag, bei denen die Farbe in den Falten eine bis zum Nichterkennen andere ist, als die während eines Sommers auf der Oberfläche entstandene.

Aber die Chemie benutzt auch das Licht zum Dunkelfärben, wir haben eine ganze Reihe von Präparaten, Metalloxyden, welche mit Chlor, Jod oder Brom verbunden, dem Lichte ausgesetzt, gewisse Schattirungen von Bläulich, Bräunlich, Braun, Violet ꝛc. annehmen, die in früheren Zeiten wohl auch bemerkt, aber nicht festgehalten werden konnten, indessen es der jetzigen Chemie gelungen ist, die Farben zu fesseln, unverändert zu erhalten: So entstand das ganze Gebiet der Photographie, welche jetzt ein weit ausgebreitetes und reichlich lohnendes technisches Gewerbe geworden, die Lichtbildkunst auf Metall und Papier.

Der Lichtbildner läßt das durch eine Camera obscura verkleinert erscheinende Bild einer Person, einer Landschaft ꝛc. auf eine mit oben erwähnten Präparaten überzogene Tafel fallen. Wo die Lichtstrahlen auffallen, welche von dem abzubildenden Gegenstande ausgehen, üben sie eine den Ueberzug verändernde, zersetzende Wirkung aus und das ist das Lichtbild; es entsteht also durch weiter nichts, als durch die chemisch wirkenden Eigenschaften des Lichtes. Es versteht sich von selbst, daß es nun noch eine Hauptsache ist, die Empfänglichkeit der Platte gegen das Licht wieder zu beseitigen, denn sonst würde das Bild eben so rasch wieder verschwinden, als es entstanden ist. Auch das ist wieder ein rein chemischer Prozeß. Die Wirkungen der Lichtstrahlen sind übrigens bei der Daguerreotypie andere als bei der Photographie. Bei der ersteren machen sie die Stelle, wo sie auffallen, dunkel, und so ist das erste Bild gleich das fertige, wogegen es aber, wie bei jedem Spiegelbild, ein umgekehrtes ist: der Offizier hat den Degen auf der rechten Seite, der Gelehrte die Schreibfeder in der linken Hand.

Anders ist es bei der Photographie: da wird erst gewissermaßen eine Chablone gemacht, und von dieser Chablone erst das richtige Bild — also zwei Bilder. Bei dem ersten — und nur dieses wird in der Camera obscura gefertigt — erscheinen alle Schatten hell, die Lichter schwarz, die Luft also z. B. ganz dunkel, wie bei dem Laubzweig rechts in Fig. 24a. Das ist nun zwar auch ein Bild, aber kein Mensch wird ein solches Bild in seiner Stube aufhängen wollen, auf dem sein schwarzes Haar weiß und sein Gesicht schwarz. Man nennt dies das negative Bild; dasselbe muß immer auf einem durchsichtigen Stoff — sei es Wachspapier oder Glas ꝛc. —

gefertigt werden. Um das positive, richtige Bild herzustellen, geschieht weiter nichts, als daß das negative auf ein präparirtes Stück Papier fest aufgelegt und das Ganze der Sonne eine kurze Zeit ausgesetzt wird. Wo die hellen Stellen aufliegen, wo also das Licht durchscheinen kann (wie z. B. an der Stelle der Blätter und des Stiels in nebenstehender Figur), da färbt es das unten liegende Papier braun, während die schwarzen

Fig. 24a.



Fig. 24b.



Stellen das Licht nicht durchlassen und die darunter befindliche Stelle des Papiers also weiß bleibt. (Die vorher *schwarze* Luft wird, oder vielmehr *bleibt* auf dem positiven Bilde, Fig. 24b, weiß.) Und dieses positive Bild *hat* nun auch, da es ein Abdruck von einem Abdruck ist, nicht

Fig. 24c.



Fig. 24d.



mehr den Uebelstand, alles umgekehrt zu zeigen; hier hat der Offizier wieder den Degen auf der linken Seite, der Gelehrte die Feder in der rechten Hand, wie dies Fig. 24c (negativ) und 24d (positiv) noch mehr veranschaulichen.

So begleitet uns denn die Chemie überall im gewöhnlichen Leben, in der Industrie, in der Metallurgie 2c. und lehrt uns Zersetzungen und Zusammensetzungen machen, die man früher entweder nur zufällig machte, und ohne irgend ein leitendes Prinzip, oder die man gar nicht kannte.

Geschichte der Chemie.

Interessant ist es, der Entwicklung dieser Wissenschaft zu folgen, daher hier ein Paar Worte, die Geschichte derselben betreffend, vielleicht nicht am unrechten Orte stehen.

„Unser Wissen ist Stückwerk," sagte der Apostel Paulus vor achtzehn Jahrhunderten. Gewiß hatte er damals Recht — das Wissen jener Zeit war Stückwerk! Wer dies jetzt noch im Ernste sagen wollte, hätte doch wohl sehr Unrecht, denn wir wissen ein tüchtiges Stück, und es ist Zusammenhang in unserem Wissen.

Viele Leute kokettiren mit solchen alten Aussprüchen, so z. B. mit dem noch beinahe vier Jahrhunderte früher geäußerten sokratischen Gedanken: „wir wissen nichts, als daß wir nichts wissen". Für jene Zeit lag große Weisheit darin, man wußte wirklich nichts, wer aber jetzt noch so denken wollte, thäte der Zeit, in welcher er lebt, Unrecht. Bessel sagt: der Uranus erleidet Störungen in seiner Bahn, welche durch die uns bis jetzt bekannten Planeten nicht erklärt werden können; dort, außerhalb der Uranusbahn, muß noch irgend ein Planet stecken, welcher den Uranus ablenkt. Leverrier sagt dasselbe, aber er sagt auch, ich will doch einmal berechnen, wo der störende Planet denn eigentlich steckt, wo er zu finden sein muß — er bezeichnet nun den Ort seines gegenwärtigen Standes ganz genau, und siehe, ganz genau an diesem Orte fand ihn Galle auf der Sternwarte in Berlin.

Da kann man nicht mehr sagen: „wir wissen nichts" oder „unser Wissen ist Stückwerk". — Diese, rein aus der Theorie geschöpfte Planetenentdeckung giebt einen Beweis für unser Wissen, welcher gar nicht glänzender gedacht werden kann.

So ist es auf dem ganzen weiten Gebiete der Naturwissenschaften. Es giebt eine Menge eigenthümlicher Erscheinungen, die Jahrtausende lang

nicht erklärt werden konnten, auf dem Wege des Experiments ist man dahin gekommen die Erklärungen zu finden.

Die Philosophie hat von den ältesten bis auf neueste Zeiten leider wenig oder nichts zur Aufklärung beigetragen — vor Allem erfand sich jeder Philosoph eine besondere Nomenclatur, in die man sich mit Mühe und Anstrengung hinein studiren mußte, und dann erklärte er, unter dem Gebrauche seiner absonderlichen Benennungen — nicht die fraglichen Dinge oder Gegenstände, oder Thatsachen, Erscheinungen, sondern — seine Meinung, seine Gedanken darüber. So war es von den griechischen Philosophen bis auf die deutschen, so von Epikurs Atomen, ihrer Bewegung in einer Richtung, wodurch sie sich nicht treffen können und dem directen Gegensatz, der Bewegung in einer anderen Richtung, dem berüchtigten Clinamen, wodurch sie sich doch treffen können, bis auf Hegels Ausspruch „der Comet sei das potenzirte Wasser" oder „das Tychonische Weltsystem ist viel vernunftgemäßer als das Copernikanische".

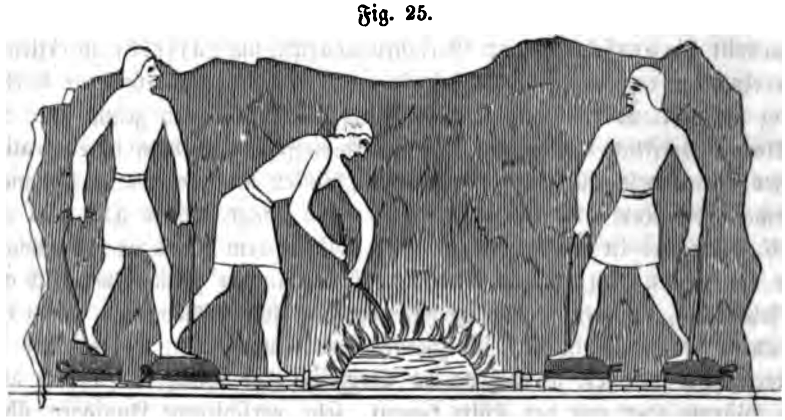
Deßwegen hat man auch den Weg der Naturphilosophie ganz verlassen und sich lediglich an die Erfahrung gehalten. Von da, wo das Wissen wirklich Stückwerk war, wie bei den alten Aegyptern, bis auf unsere Zeit, wo es nicht mehr Stückwerk, sondern ein tüchtiges, zusammenhängendes Lehrgebäude ist, danken wir alles positive Wissen diesem Wege, der Erfahrung, dem Versuche. Dies ist auch der einzig natürliche und der richtige Weg. Der Mensch sucht oder findet zufällig etwas, das ihm Nutzen bringt; ohne es zu erklären, vielleicht selbst ohne den Wunsch es sich erklären zu wollen, vollzieht er das Nutzbringende viele hundertmal, bis ein Anderer das Verfahren in einer Kleinigkeit, ein Dritter dasselbe noch in einer Kleinigkeit ändert, nun erst ein Vierter oder ein Hundertster dazu tritt, die verschiedenen Verfahrungsarten, um dasselbe zu erzielen, mit einander vergleicht, die Resultate neben einander stellt und die Erklärung versucht, oder, wenn seine Erfahrungen bereits reich genug sind, die Erklärung wirklich vernimmt, und das empirische Verfahren in ein rationelles verwandelt und dem Sprüchwort „Backen und Brauen geräth nicht allemal" den Kopf abbeißt, indem er es dahin bringt, daß es allemal geräth; denn das ist eben der Unterschied zwischen dem handwerksmäßigen und dem vernunftgemäßen Betrieb, daß das immer gelingt, was sich auf Gesetze stützt, die aus der Erfahrung abgeleitet sind. Allerdings, wenn der Brauer die Hand in den Malzhaufen steckt, um dessen Temperatur zu untersuchen, wird er, je nachdem es Sommer oder Winter ist und er aus der Wärme oder aus der Kälte kommt, sehr verschiedene Aussagen über den Stand dieser zu untersuchenden Temperatur machen und nach diesem

seinem Urtheil wird er einmal den Haufen zu früh umwerfen, wenn die Gerste noch nicht in Malz verwandelt ist, ein andermal zu spät, wenn das Diastas durch den Keimungs- und Bewurzelungsprozeß schon aufgezehrt ist, ein drittesmal wird er zufällig das Rechte treffen, dann wird sein Bier auch reich an Würze, an Nahrhaftigkeit und an Wohlgeschmack sein — dies aber dankt er dem Zufall und das ist es eben, was in dem Sprichwort gesagt wird, es geräth nicht allemal demjenigen, der mit der Erfahrung allein durchzukommen denkt.

Nichtsdestoweniger ruht das ganze Lehrgebäude unserer Naturwissenschaften auf dieser Erfahrung und die großen, wissenschaftlichen Schätze sind durch sie gesammelt worden, allein es waren lauter rohe Edelsteine; der neueren Zeit erst ist es gelungen sie zu schleifen, zu fassen und zu einem Schmuck, zu einer Krone für den menschlichen Geist zu ordnen.

Die Bibel lehrt uns, daß schon Tubal-Kain „ein Meister gewesen in allerlei Erz und Metallen", die Uranfänge der Chemie sind also so alt als die Geschichte der Menschheit überhaupt, denn Tubal-Kain konnte nicht ein Meister in allerlei Erz sein, ohne daß von ihm da und dort die Meisterschaft in einerlei Erz errungen worden, und dies konnte nicht errungen sein ohne viele stümperhafte Versuche, welche der Meisterschaft voran gingen. Weil die ersten Keime der Chemie in der Kochkunst liegen, weil die Verwandlung des Mehles in Brodt, der Früchte in Mus, des Fleisches in Braten, durch Erwärmung und Benetzung hervor gebracht wird — weil dies aber so alltägliche Verrichtungen waren, daß kein Mensch es der Mühe werth hielt, davon besondere Notiz zu nehmen, entgehen uns diese Uranfänge.

Fig. 25.



Erst die Aegypter fangen an uns bildliche Nachrichten von ihrer Kunst zu geben, wir sehen auf ihren Steinkolossen, in Zeichnungen dargestellt,

wie sie pflügten, wie sie die Steine zu ihren Bauten, wie sie die Schiffe bewegten, wir sehen auf der hier eingeschalteten Fig. 25, wie sie sehr wohl verstanden, eines Feuers Gluth durch zugeführte Luft zu erhöhen, wir sehen, daß sie Blasebälge hatten und wir sehen auch, wie sie wahrscheinlich nur aus Lederschläuchen bestanden, die mit der Hand empor gezogen und so gefüllt, mit dem Fuß aber nieder getreten wurden; wir sehen auf Fig. 26 ein Paar Leute mit einem Thon- oder Glasgefäße beschäftigt — es sollen Glasbläser sein — so bläst man freilich bei uns nicht mehr Glas, allein es ist jedenfalls hier die Darstellung einer ihrer technischen Fertigkeiten gemeint und es kann uns gleichviel sein, welche, wenn wir doch nicht erfahren wie sie die Sache behandelten, dies aber sehen wir aus solchen Bildern, wie sie uns die älteren und die neueren Reisenden aus Aegypten mitgebracht, daß sie in vielen Künsten wohl erfahren gewesen, wie denn bekannt ist, daß sie Glas zu machen, zu schmelzen, zu formen, zu blasen, zu vergolden, zu schleifen wußten, daß sie Soda, Kochsalz, Alaun machten, nicht weniger Salmiak, den wir noch jetzt vorzugsweise von dorther beziehen, daß sie Ziegel und Töpferwaaren bilden und brennen konnten (die letzteren versahen sie sogar mit sehr dauerhaften gut eingebrannten Farben), daß sie Grünspan, Bleiweiß, rothe und blaue Farben, daß sie Essig, Bier und Seife zu machen wußten.

Fig. 26.



Einen hohen Grad von chemischen Kenntnissen setzt die Einbalsamirung der Leichen voraus, welche sich 4000 und mehr Jahre wohl erhalten, und bei diesen Leichen finden wir metallene Werkzeuge, Geräthe, Trinkgefäße, Waffen, sie waren mithin auch mit der Metallurgie bekannt, bei diesen Mumien finden wir leinene, baumwollene und wollene Stoffe, gefärbt, gemalt, gebleicht, was alles wieder besondere Kenntniß in diesen Künsten voraussetzt — ja man hat sogar metallene Figuren von solcher Dünnheit in der Masse gefunden, daß man auf den Gedanken kam, sie seien auf galvanischem Wege gebildet, und die mikroskopische Untersuchung soll diese Vermuthung zur Gewißheit erhoben haben, die Textur der Metallscheibe, ihre Glätte auf der einen, ihr sichtbares Korn auf der anderen Seite, ließ darüber keinen Zweifel.

Sehen wir die Aegypter auf einem weit vorgerückten Standpunkte chemischer Technik angelangt, so sehen wir dagegen die Griechen und die Mittelsmänner zwischen diesen und den Aegyptern, die Phönicier nämlich,

sehr weit darin zurück. Die Kunst übten die Griechen mit besonderer Vorliebe, dagegen die technischen Arbeiten, ja selbst viele wissenschaftlichen, den Sklaven überlassen waren; noch auffallender tritt dieses bei den Römern hervor, bei denen die Rhetoren, die Grammatiker, die Mediciner fast immer Sklaven waren.

Die Griechen philosophirten — dieses war ehrenhaft, und so bekamen sie zwar weder Natron noch Salmiak von wo anders her als von Aegypten, noch Glas oder gefärbte Stoffe von wo anders als aus Phönicien, aber sie bekamen heraus, daß alles auf Erden aus dem Wasser hervorgegangen sei, wie Thales 600 Jahre vor Christus lehrte, oder wie Anaximenes behauptet, aus der Luft, oder daß, wie Heraklitos sagt, das Feuer die Ursache aller Erscheinungen, aller Dinge sei. Empedokles nimmt nicht eines dieser Dinge an, sondern alle drei, ja er fügt ihnen ein viertes bei, die Erde, und nennt sie alle viere die Elemente; sie bilden in ihrer Gesammtheit die Eigenschaften der fühlbaren Körperwelt. Die Dinge sind heiß oder kalt, trocken oder naß, schwer oder leicht, hart oder weich, und diese acht Eigenschaften kommen den vier Elementen zu, Feuer ist heiß und trocken, Wasser ist kalt und feucht, Luft ist feucht und weich, Erde ist schwer und hart, und aus dem alleinigen oder gemischten Auftreten der Elemente gehen die einfachen oder zusammengesetzten Körper hervor.

Aristoteles versteht unter den Elementen nichts anderes als die Zustände der Körperwelt, vielleicht — sogar wahrscheinlich — das, was wir die Aggregatzustände nennen.

Wir begegnen hier dem philosophischen Sinne der Griechen, aber keineswegs einem Fortschreiten. Das Letztere betreffend, so stehen ihnen die Römer hierin ganz gleich, nur die philosophischen Ideen fehlen. Es scheint, als sei in Spanien und Dalmatien ein neuer Gewerbszweig, die Darstellung des Quecksilbers entstanden — hierbei nehmen wir zum ersten Male eine Andeutung der Destillation wahr; sie schichteten den natürlichen Zinnober mit Eisen in thönerne Gefäße und erhitzten diese. An dem kalt erhaltenen Deckel schlug sich das destillirte Quecksilber in feinen Tröpfchen nieder, indeß der Schwefel sich mit dem Eisen verband — allein mit der Darstellung des Quecksilbers auf diesem Wege war nicht die geringste Idee einer Theorie des Vorganges verbunden, also wurde auch keine Chemie da betrieben, es war eine Art Kunststück, und aus vielen solchen Kunststücken bestand das geheime Wissen der ägyptischen Priesterkaste, bestand bei den Griechen das Wissen der Geweiheten in den Samothrakischen und Kabirischen Geheimnissen, und ganz in ähnlichen Dingen bestand das Wissen der israelitischen Priester, so weit dieselben die Natur zu beherrschen vor-

gaben. — Hatten die Kenntnisse der griechischen Priester noch wenig Originalität, so war doch ganz gewiß das der Juden ein lediglich von den Aegyptern entlehntes, wahrscheinlich durch den Zögling der Pharaonen, Moses, von diesen zu jenen übertragen. Auch noch später, als alle diese Kunststücke oder Künste nicht mehr der Priesterkaste allein und ausschließlich aller anderen angehörten, als man schon zu Tyrus und auf der Insel Kos feine Gewänder webte und köstlich färbte, zu Damaskus treffliche Stahlwaaren und ebenso vortreffliche Lederwaaren verfertigte, war das Färben wie das Gerben, das Damasciren und überhaupt jede technische Operation ein tiefes Geheimniß — bewahrte es damals eine Kaste, so bewahrte es nunmehr eine Zunft — wurde der Verrath an dem Kastengeheimnisse mit dem Tode, so wurde der Verrath an dem Zunftgeheimnisse mit Ausstoßung aus der Zunft, mit Verruf, Verjagung aus dem Orte, oft unter Mißhandlungen mit tödtlichem Ausgange, bestraft. Das war keine Chemie, keine Wissenschaft, das war kein Zeitalter für dieselbe.

Es traten jetzt so gewaltige, so welterschütternde Ereignisse ein, daß die Geschichte nicht ähnliche mehr aufzuweisen hat. Rom, die Beherrscherin des Erdkreises, geht unter in der nordischen Völkerwanderung, Griechenland, Ionien, Aegypten — Alles, was man von Kunst und Wissen mühsam errungen hatte, geht verloren — ein dicker schwarzer Strich, die Nacht der Unwissenheit nimmt einen Zeitraum von vielen Jahrhunderten ein, nur im Orient, in Arabien erwacht aus einer neuen Sturmfluth, durch die Osmanen herbeigeführt, die Wissenschaft unter dem Chalifat. Da wird von den höheren Wissenschaften die Mathematik, die Astronomie, die Geographie, von den Künsten die Dichtkunst und die Baukunst, von den direct in das Leben eingreifenden Zweigen des menschlichen Wissens die Chemie und die Medicin gepflegt, und von Arabien und Kleinasien breitet sich alles dieses über Aegypten, den Nordrand von Afrika, über Spanien, andererseits auch über Griechenland und Italien aus, und man sieht die verachteten Araber unter ihren geistreichen und gelehrten Chalifen die Pflege der Wissenschaften aufnehmen und sie vor dem gänzlichen Untergange bewahren — solche wahnsinnige Fanatiker wie Omar erscheinen nicht mehr unter ihnen, nachdem ihre Herrschaft sich befestigt und gesichert hat, sie nehmen die Trümmer wie die Keime der Wissenschaften unter sich auf, und pflegen sie und entwickeln sie zu einer bis dahin nicht nur nicht dagewesenen, sondern zu einer nicht geahnten Höhe, so daß man beinahe zu glauben geneigt wird, Astronomie, Geographie und vor allem Chemie seien Erfindungen der Araber, seien unter ihnen entstanden. Es dürfte dies aber wohl kaum einmal von der Astrologie zu sagen sein, denn schon zur Blüthezeit Roms gab es Sterndeuter — die anderen Wissenschaften standen unter den Ph-

lemäern und unter den Griechen sehr hoch, und die Chemie stammt zweifelsohne auch daher, denn schon im vierten und fünften Jahrhundert unserer Zeitrechnung findet man griechische Schriftsteller, welche von chemischen Umwandlungen der Körper nicht als von einer neuen, sondern als von einer bekannten Kunst reden, welche von den ägyptischen Geheimnißkrämern, den Priestern, auf die von Ptolemäus I. gestiftete Hochschule von Alexandrien überging, und dort nicht mehr als ein Priestergeheimniß betrachtet, sondern zum Nutzen der Welt gelehrt und verbreitet wurde. Die Araber traten mit ihrem Wissen erst im neunten Jahrhundert auf.

Dies verringert aber ihren Ruhm durchaus nicht, denn sie erhoben sich aus dem Schutte einer untergegangenen Welt und sie hoben mit sich die Kunst empor. Schon auf dem Boden der frühesten Cultur thaten sie sehr Vieles, als sie aber auf den ganz unbebauten Boden Spaniens übergingen, zeigte sich dies Volk in seiner ganzen, wunderbaren Herrlichkeit, zeigte es sich so ritterlich, so tapfer, so romantisch, so poetisch, wie es sich philosophisch, wie es sich practisch wissenschaftlich zeigte, und von den in Spanien durch die Araber gegründeten Hochschulen von Granada, Cordova, Sevilla, Murcia, Toledo, Valencia, Saragossa 2c. ging das gesammte Wissen, welches sie pflegten, wie von einem großen Brennpunkte aus über das ganze übrige Europa, und aus allen Ländern dieses Welttheiles zogen die Gelehrten herbei um ihre Kenntnisse zu vermehren, um in Astronomie, Mathematik oder Medicin erst das rechte Fundament zu legen, ja die arabischen Schriftsteller waren noch bis in das sechszehnte und siebzehnte Jahrhundert die Hauptquelle alles Wissens und lange nachdem durch unchristliche Bekehrungswuth die Araber aus Spanien vertrieben waren, lange nachdem ihre Paläste gefallen, ihre Moscheen gestürzt, ihre Herrschaft gebrochen war, beherrschten sie noch durch das von ihnen gepflegte Wissen zwar nicht Spanien (dieses hat sich zuerst und vollständig von diesen Fesseln der Cultur losgemacht), wohl aber die ganze übrige civilisirte Welt, denn bei den maurischen Schriftstellern suchte man Rath, wenn man sonst nirgends ihn fand, und sie waren auch wirklich sehr viel weiter vorgeschritten, als man gewöhnlich glaubt, denn sie kennen viele Säuren (Schwefel-, Salpeter-, Salz- und Essigsäure, so wie die Mischung von Salpeter- und Salzsäure), viele Alkalien, eine Menge Salze, verschiedene Metallauflösungen, sie kannten ferner den Schwefel in seinen vielen Gestalten, von seiner Verbindung mit den Metallen bis zu seiner feinsten zertheilten Form als Schwefelmilch, viele Quecksilberpräparate waren ihnen bekannt, und die Operation der Destillation und der Sublimation führte sie immer auf neue Körper; so erfanden sie den Weingeist, den Arsenik, den Weinstein, das Ammoniak, verschiedene Antimonpräparate, und sie

suchten mit unermüdlichem Eifer nach Neuem, und ihr höchstes Streben war, eine Medicin zu erfinden, welche wo möglich alle Krankheiten heile — ein Ding, welches — unter der Voraussetzung, daß alle Krankheiten denselben Grund haben — so unsinnig gar nicht ist. Daß die Krankheiten nicht alle einen und denselben Grund haben, sondern daß die Gründe sehr verschieden sind, mochte den Arabern wohl noch nicht vollständig einleuchten.

Eine solche Medicin konnte dann natürlich das Leben verlängern, indem sie die Gesundheit und folglich den Körper bei ungeschwächter Kraft erhielt. Nun sagen die heiligen Bücher der Juden, und ihnen folgend die heiligen Bücher der Muhamedaner, daß viele der Erzväter 700 bis 900 Jahre gelebt haben, warum sollte es, im Besitz solcher Medicamente, nicht gelingen, das gewöhnliche Leben auf sein Zehn- und Mehrfaches zu verlängern? Es war also das Bestreben der Weisen ganz gerechtfertigt, nach solchem Medicament zu suchen und man nannte dieses Medicament den Stein der Weisen.

Aus dem klassischen Alterthume aber hatte sich der Gedanke, die Metalle zu verwandeln, über die Zeit der Cäsaren Roms bis in das dritte Jahrhundert unserer Zeitrechnung hinüber gespielt. Damals war die Theurgie in Alexandrien im höchsten Flor, damals schrieben über die Metotechnie (so hieß diese Wissenschaft) Zosimus, Panopolis, Olympiodor von Theben und Andere, deren Schriften in alten Bibliotheken entdeckt worden sind, und damals wurden die Schriften dieser Art schon so häufig, daß Diocletian, befürchtend die Aegypter würden durch ungeheuren Goldreichthum im Stande sein, die Fesseln Roms abzuschütteln — alle alchymistischen Schriften zu verbrennen befahl (geschah 1296).

Da aber andererseits die Goldmacherkunst auch wieder den immer Geld brauchenden Machthabern angenehm war, so schätzten andere Kaiser die Kunst, und die Befehle wurden nicht, oder wenigstens nicht in aller Strenge ausgeführt. Die Goldmacher hüllten ihr Geheimniß in mystisches Dunkel, gaben den Dingen, welche sie brauchten, barbarische Namen, gaben vor, sie hätten ihr Geheimniß aus den innersten Tiefen der Pyramiden von Syene geholt, oder es sei ihnen von Ennola, dem heiligen Geiste der Gnostiker, direct offenbart worden.

Durch einsames, beschauliches Leben konnte man die höchsten Geister bewegen, solche Offenbarungen zu machen; darum zogen viele der Philosophen der alexandrinischen Schule in die Wüste, um von den dort wohnenden Mönchen oder Einsiedlern belehrt zu werden, und Valens so wie Valentinian bestraften dies mit dem Tode; dadurch erhielten die Chemiker den Glanz der Märtyrerkrone und das Volk glaubte mehr an sie

als früher, und im morgenländischen Kaiserthume fanden die Goldmach
willige Aufnahme und betrogen unzählige Menschen, indem sie dieselb

Fig. 27.



durch scheinbare Verwandlungen täuschten, und sich offen von ihnen Al
geben ließen, worüber sie verfügen konnten.

Von den Alexandriern und morgenländischen Christen ging die
chymie zu den Arabern über, allein sie sind in ihrem Vaterlande, w
schon der Chemie eifrig ergeben, doch niemals große Beförderer die

geheimnißvollen Kunst gewesen, in Spanien aber ward sie fleißiger geübt und Raimund Lull (Raimundus Lullus latinisirt), welcher im dreizehnten Jahrhundert die arabischen Schulen besuchte, galt für einen gewaltigen Goldmacher — er soll 50000 Pfund Quecksilber in Gold verwandelt haben, aus welchem Eduard I. die ersten Guineen und Rosenobels schlagen ließ. Lull erklärte, die Metalle beständen aus dem Prinzip der Schwere, Quecksilber, und aus dem Prinzip der Färbung, Schwefel, und es käme nur darauf an die Verhältnisse des Quecksilbers zum Schwefel so zu ordnen, daß Gold daraus werde. —

Wenn wir diese Verhältnisse zu ordnen suchen, so wird Zinnober daraus, aber nicht Gold; Lull verstand dieses besser, er hatte dies allgemeine Menstruum der unedlen Metalle, das Tingirende im Golde, zu scheiden gewußt aus dem Golde und er vermochte es so weit zu vermehren und auszudehnen, daß es viel mehr unedle Metalle in Gold verwandelte, als das Gold betrug, woraus diese Tinktur gezogen war — dort kommt zuerst der Wahnsinn zum Vorschein, daß aufgelöstes Gold (aurum potabile) eine Panacee, ein Universalheilmittel, ein Mittel das Leben beliebig zu verlängern, sei.

Wir sehen auf dem Bilde der vorigen Seite einen Alchymisten in seinem gewölbten Thurmzimmer hausen,

„Wo selbst das liebe Himmelslicht
Trüb' durch gemalte Scheiben bricht!
Beschränkt von einem Bücherhauf,
Den Würme nagen, Staub bedeckt,
Den, bis an's hohe Gewölb' hinauf,
Ein angeraucht Papier umsteckt;
Mit Gläsern, Büchsen rings umstellt,
Mit Instrumenten vollgepfropft,
Urväter Hausrath drein gestopft —
Das ist eine Welt.„ — (Faust.)

aber das ist seine Welt — aus dieser ging hervor alles physikalische Wissen unserer Zeit, denn diese Männer beschäftigten sich so mit der Anatomie, wie mit der Erdkunde, so mit der Astronomie (um der Astrologie willen), wie mit der Chemie, und leisteten Vieles, wenn schon auf ihre eigene Weise und oft genug in so dunkler Schreibart wiedergegeben, daß uns jetzt das Verständniß ganz abgeht, wenn wir uns nicht die Mühe geben wollen, mit dem Studium dieser Schriften aus dem dreizehnten Jahrhundert zu beginnen.

Zu den berühmtesten unter diesen weisen Thoren gehört Basilius Valentinus (wahrscheinlich Mehrere, die unter demselben Namen geschrieben haben, daher die Ungewißheit über seine Blüthezeit und daher die

Behauptung, er habe durch seinen Stein der Weisen wenigstens 300 Jahre gelebt), dessen Schriften selbst noch 1740 gesammelt herausgegeben werden konnten, in denen besonders die Gesellschaft des Rosenkranzes den eigentlichen Schlüssel zur Goldmacherkunst finden wollte. So wurden aber auch von den Kubbelisten wieder die Weisen der Urzeit als die eigentlichen Lehrer der himmlischen Weisheit angesehen, und nicht nur Demokritos und Aristoteles kommen wieder zum Vorschein, sondern Hermes und Zoroaster, Osiris und Isis mußten herhalten — und was für Bücher schrieben diese guten Leute, da sind unsere jetzigen Schriftsteller nur Fibelschreiber dagegen. Paracelsus aus Hohenheim sah zu Braunen ein Buch „größer denn sechs Mannsspanne lang und dreier breit und anderthalb oder schier zwei Spann dick, da die rechten ungefälschten Comentaria Galeni und Avicennià rechtschaffen inne geschrieben sind!"

Zur Ausbreitung der Alchymie im sechszehnten Jahrhundert trug auch die Neigung der Fürsten für diese Kunst bei, sagt Sprengel: Bei dem Mangel an geregelten und festen Staatseinkünften, bei der Erschöpfung durch verderbliche Kriege, mußten sie oft in Verlegenheiten gerathen, aus welchen die Goldköche sie zu ziehen versprachen, daher hielt sich fast jeder deutsche Fürst seinen Alchymisten, König Heinrich VI. von England gab dreien Fabrikanten Fauceby, Kirkebez und Raguy in aller Form das schriftliche Privilegium Gold zu machen, um das Lebenselexir zu bereiten; Kaiser Rudolph II. brachte einen großen Theil seiner Zeit im Laboratorium zu.

Der Glaube an diese Kunst war besonders in Italien so groß, daß Paracelsus vermochte, den für die damalige Zeit höchst aufgeklärten Mediceern geradezu Wind vorzumachen und in einigen dortigen herzoglichen Museen, Sammlungen alter Kunstgegenstände, zeigt man noch jetzt mit Andacht die Beweise von der außerordentlichen hermetischen Wissenschaft des Paracelsus. Da ist ein kupferner Becher, ein Stück Eisenblech, ein eiserner Nagel zur Hälfte in Gold verwandelt, d. h. Peracelsus legte den kupfernen oder eisernen „zu verwandelnden, zu tingirenden Gegenstand" in „das Bad des rothen Löven" auf Deutsch in eine Auflösung von Gold in Königswasser mit destillirtem Wasser verdünnt. Die Säuren griffen mit großer Begier das ihnen dargebotene, leichter lösliche Metall an und ließen das Gold an der Stelle des aufgelösten Kupfers oder Eisens fallen.

Das heißt nun freilich nicht Eisen in Gold verwandeln, die golddürstigen Herren hielten dieses Experiment aber für eine Verwandlung, und so schaffte sich Joachim II., Kurfürst von Brandenburg, seinen Leonhard Thurneißer und so noch sehr viel später August der Starke in Dresden

seinen Böttcher 2c. 2c., und selbst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts machte ein Cagliostro und ein Graf St. Germain die Fürsten noch glauben, daß sie Gold machen könnten: wie diese letzteren nun auch so gut wie Thurneißer Betrüger waren (nur feinere, gebildetere), so waren die anderen doch wirklich bestrebt, Etwas zu schaffen, sie suchten und ihr Streben hatte einen Zweck.

Und so thöricht dieses Streben auch scheint, so danken wir demselben doch die interessantesten Entdeckungen; Böttcher suchte Gold in Thon und Erden und fand das Porzellan; Kunkel suchte es im Kiesel und im Zinn und fand das Purpurglas, er suchte es in den menschlichen Excrementen und fand den Phosphor; Beireis suchte Gold in Alkalien und Säuren, Metallen und Steinen und fand den Ultramarin, den Goldpurpur, den Karmin und vieles andere, und so ist es geschehen, daß eine für das Tollhaus reife Mutter ein ganz gesundes Kind, unsere jetzige Chemie, geboren hat.

Allerdings bedurfte dasselbe einer guten Erziehung und einer langen Pflege, denn es hatte ursprünglich dieses Kind ein sonderbares Ansehen, seine Glieder waren ungeheuer groß, sein geistiger Inhalt, das, was seinen Kopf füllte, war sehr klein; für diese Glieder bedurfte man Werkzeuge von ähnlichen Verhältnissen, und ein Laboratorium aus dem vorigen, selbst noch aus diesem Jahrhundert sah nach jetzigen Begriffen wunderlich genug aus. Es war immer ein Gewölbe, lag wo möglich halb unter der Erde (in manchen Fällen allerdings auch nicht), hatte gewölbte Nischen, große Kamine; enthielt Destillirapparate, um eine ganze Stadt mit Branntwein zu versorgen, sie bestanden aber nur aus Blase und riesiger Schlange, wie der Vordergrund rechts in Fig. 28 eine solche zeigt. Schmelztiegel, um ganze Centner aufzunehmen, Retorten, welche sechs Eimer faßten, thönerne Gefäße, wie Oxhofte, mannshohe Filtrirapparate; dies war es, was zunächst auffiel, die Wage stand bestäubt irgendwo im Winkel, man nahm von Allem nach Gutdünken und je mehr man nahm, desto sicherere Resultate glaubte man zu erzielen; überall guckte der Zopf heraus, wie ihn der gute Herr auf dem Bilde selbst noch trägt, und wie er ja erst im ersten Decennium dieses Jahrhunderts abkam — überall ungeheurer Aufwand von Anstalten und Umständen eingesetzt, gegen den Gewinn kleiner Resultate, und doch sah noch in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts das Laboratorium des Professor Hermbstädt, an der Universität zu Berlin, fast genau so aus wie dieses, denn die Zeichnung ist nach des Verfassers Erinnerungen davon entworfen, die zweite Abtheilung, welche vier große Fenster nach dem Hofe hatte und einen rechten Winkel mit dieser, auf das Auditorium zuführenden Hälfte machte, ließ sich auf der Zeichnung

nicht geben; sie entsprach aber der vorliegenden Ansicht durch Schmelzessen, Flammenöfen und freie Heerde vollständig.

Fig. 28.



Was aber jene Zeit so lobenswerth auszeichnete, war der Versuch, das Experiment. Zwei Jahrtausende hindurch hatte sich Material aller Art aufgesammelt, Paracelsus ab Hohenheim und seine Zeitgenossen, später van Helmont, ordneten das rohe Material und probirten und änderten ab und hielten das Brauchbare fest, und noch ein Jahrhundert

später wagte es Stahl eine förmliche Theorie aufzustellen. Paracelsus und Helmont waren nur Aerzte, sie hatten die Chemie vorzugsweise in dieser Richtung ausgebeutet. Eine andere Richtung schlug Stahl (von 1694 bis 1716 Professor in Halle, von da bis zu seinem Tode 1734 königlicher Leibarzt in Berlin) ein. Obschon er dasselbe Feld bebaute, so suchte er doch weniger Heil für die Medicin als für die Wissenschaft der Chemie selbst in dem Studium derselben, und was noch Niemand versucht, ein System hinein zu bringen, dieses that er nun, er entwickelt, auf unzählige Experimente gestützt, die Lehre von dem verbrennlichen Wesen, von dem Phlogiston, der in jedem Körper vorhanden ist, ihm nach seiner Menge gewisse Eigenschaften verleiht, und der durch Hitze aus diesen Körpern vertrieben werden kann, wodurch die Körper dann andere Eigenschaften erlangen — durch Verbindung der so veränderten Körper mit phlogistonreicheren kann man sie in ihren vorigen Zustand versetzen.

Z. B. Kohle, Schwefel, Phosphor enthalten sehr viel Phlogiston, beim Verbrennen entweicht derselbe. Die Metalle enthalten sehr wenig Phlogiston, allen Glanz, Härte, Dehnbarkeit &c., die metallischen Eigenschaften verdanken sie dem Phlogiston.

Erhitzt man die Metalle sehr lange und sehr stark, so entweicht auch der geringe Antheil und sie sind jetzt dephlogistisirte Körper, sogenannte Metallkalke. Wenn man nun einen Körper, der sehr viel Phlogiston enthält, z. B. Kohle, mit solch einem dephlogistisirten Körper zusammen bringt und mit ihm erhitzt, so nimmt der Kalk das Phlogiston der Kohle wieder an und es wird daraus Metall. Daß Quecksilber durch die sogenannte Verkalkung schwerer wird, erklärt sich sehr leicht daraus, daß Phlogiston absolut leicht ist, keine Schwere hat, sondern im Gegentheil negative Schwere, also den Körper, zu dem es gesetzt wird, leichter macht und ihn, wenn man das Phlogiston hinwegnimmt, schwerer erscheinen läßt. Erden sind unverbrennliche, einfache Stoffe; Kiesel, Kalk, Thon &c. sind unverbrennlich, denn sie enthalten kein Phlogiston; zu denselben einfachen Stoffen gehören auch die übrigen Metallkalke, die wir jetzt Oxyde nennen, die Säuren und andere Stoffe, denen man nicht beikommen konnte. Die Welt war zufrieden mit dieser Lehre und sie verbreitete sich von Deutschland mit reißender Schnelligkeit überall hin, wo es wissenschaftlich gebildete Männer gab, welche sich mit Chemie beschäftigten.

Wir wissen jetzt allerdings, daß ein Phlogiston nicht existirt, allein damals, wo die gedachte Lehre sich im Laufe weniger Jahre zu einer herrschenden machte und ein Jahrhundert sich auf ihrem Thron behauptete, wog man nicht — betrachtete man nicht die Quantitäten, sondern nur die äußeren Erscheinungen, die Qualitäten, und daß auch hier Vieles geleistet

werden konnte, bewies Deutschland, woselbst Schlag auf Schlag eine ganze Reihe höchst interessanter Thatsachen an's Tageslicht traten, indessen Frankreich — der übrigen Lande gar nicht zu gedenken — sich sehr wenig betheiligte, und bei den Nachbarn germanischen Stammes, den Schweden und den Engländern, nur Bergmann und Scheele, so wie Cavendish und Priestley genannt zu werden verdienen.

Bald sollte dies jedoch anders werden, als gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts verschiedene gasförmige Körper theils entdeckt, theils genau untersucht wurden; dahin gehörten Sauerstoff, Kohlensäure, Wasserstoff, Stickstoff, Chlor u. a.

Es trat jetzt einer der tüchtigsten Männer Frankreichs mit einer großen Reihe gelehrter Forschungen auf diesem und dem benachbarten Felde auf, es trat Lavoisier in die Gesellschaft der experimentirenden Chemiker ein. Dasjenige Experiment, welches unter seinen Händen die ganze Chemie umzugestalten bestimmt war, verdient wohl der Erwähnung.

Fig. 29.



Lavoisier wog eine Quantität reinen Zinnes genau ab, brachte sie in einen Glaskolben, dessen oberes offenes Ende zugeschmolzen wurde und erhitzte nun das Zinn am Boden des sehr dünnen Glases bis zum Schmelzen, wobei bemerkt wurde, daß sich dasselbe mit dem leichten Anflug einer grauen Haut überzog (Zinnkalk, Zinnoxyd).

Nach dem Erkalten wurde der ganze Apparat wieder gewogen, er hatte nicht das Geringste an Gewicht gewonnen oder verloren. Beim Oeffnen des Halses bemerkte man, daß Luft in den Glaskolben eindrang. Es mußte die Luft, welche vorher eingeschlossen gewesen war, zum Theile verzehrt worden sein — wo war sie geblieben? Man wog den Apparat jetzt wieder und fand ihn um einige Gran schwerer, als er vor dem Oeffnen gewesen. Das herausgenommene Zinn war genau um dieselbe Menge schwerer geworden, als es früher war, um welche der geöffnete Apparat durch das Eindringen der Luft schwerer geworden war. Der Schluß, den Lavoisier daraus zog, daß die verkalkenden Körper Luft aufnehmen und dadurch verkalkten und schwerer würden, war mithin ganz natürlich.

Kurz vorher hatte Priestley in England die Gasart, welche wir jetzt Sauerstoff nennen, und die damals Lebensluft hieß, entdeckt und Lavoisiers fortgesetzte Untersuchungen führten ihn zu dem Schluß, daß es eben diese Luft sei, mit welcher sich die Metalle vermischten zu Metallkalken. Es wurde nun Kohle, Phosphor, Schwefel &c. in der Lebensluft

verbrannt und man erhielt Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, von dieser Eigenschaft des Stoffes, mit vielen Körpern Säuren zu bilden, wurde er Sauerstoff (Oxygéne, Säureerzeuger, aus dem Griechischen entnommen) und die mit ihm verbundenen Metalle (die Metall-Kalke) Oxyde genannt.

Fig. 30.



Die bisherige Chemie erhielt dadurch solch einen Stoß, daß sie sich nicht mehr auf den Beinen halten konnte, eine neue Lehre brach sich Bahn, damals unter dem Namen der antiphlogistischen bekannt, und obschon Lavoisier in seinem funfzigsten Jahre der Revolution zum Opfer fiel (deren brutale Führer auf die Bemerkung, daß es zu bedauern sei, einen so großen Gelehrten des Henkerstodes sterben zu sehen, antworteten: „Wir bedürfen keiner Gelehrten mehr"), so hatten seine zahlreichen Schriften, auf seine Experimente gestützt, doch bereits so viel zur Aufklärung des dunklen Feldes gethan, daß es darüber nicht mehr Nacht wurde, sondern daß sich ein immer helleres Licht in immer weiteren Kreisen verbreitete.

Sehr vernünftig gaben die Anhänger der Stahl'schen Hypothese dieselbe nicht sogleich auf, im Gegentheil vertheidigten sie die Festung, und wie ein Außenwerk nach dem andern genommen wurde, so verschanzten sie sich in dem verkleinerten Raum mit dem Schutt der gebrochenen Flechen und Lünetten immer fester, bis sie zuletzt gezwungen wurden sich auf Discretion zu ergeben. Sehr vernünftig, sagte ich, denn hätten sie sofort die weiße Fahne aufgesteckt und kapitulirt, so wären die Antiphlogistiker nicht genöthigt gewesen, nach immer neuen Beweisen für ihre Ansichten zu suchen und ihre Lehre wäre bei Weitem nicht so gut und so fest begründet worden.

Trotz der Brutalität, mit der man Lavoisier geschlachtet, blos weil er ein reicher und vornehmer Mann war, brauchte man doch die Gelehrten, deren man entbehren zu können glaubte, wenn zu weiter nichts, so doch dazu, um die besten Mittel anzugeben, Felle möglichst schnell in Leder zu verwandeln, Salpeter zu gewinnen, Schwefel zu reinigen, Schießpulver zu bereiten,

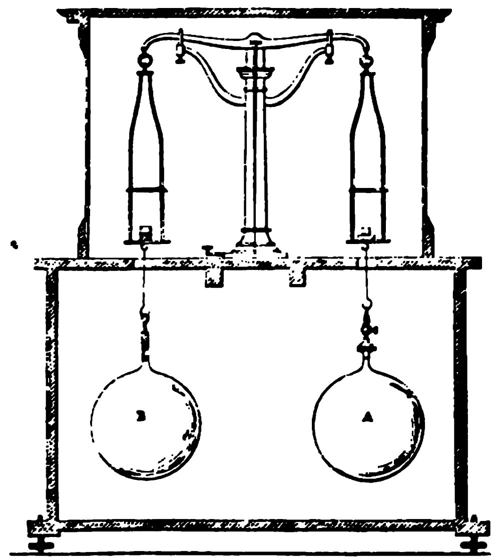
Lebensmittel in den Magazinen vor Verderbniß zu schützen und so kamen sie bald wieder zu Ehren; als aber die wahnsinnige Gleichmachungsperiode vorüber war, als Napoleon sich mit einem neu geschaffenen Adel umgab und es nicht ungern hatte, daß auch der alte Adel sich ihm anschloß, begannen die Wissenschaften in Frankreich gewaltig hoch in der allgemeinen Meinung zu steigen.

Von den russischen Grenzen bis zum Rhein, von der Nord- und Ostsee bis über die Alpen hinaus, glaubte der Adel damals nichts wissen zu dürfen. Die Führung des Degens im Kriege und des Gewehres auf der Jagd während des Friedens, war seine einzige Beschäftigung, Gelehrsamkeit insbesondere und Bildung im Allgemeinen gehörte dem Beamten, dem höheren Bürgerstande an und wurde von dem Adel mit Verachtung betrachtet — deßhalb ist in Deutschland die Bildung allgemein. In Frankreich, in Polen ist es umgekehrt, dort ist es nur der Adel, welcher Bildung, eventualiter Gelehrsamkeit hat, das Volk ist völlig frei davon. Deshalb erscheint dort Gelehrsamkeit als etwas mit Vornehmheit Gepaartes, in Deutschland wachsen die Gelehrten auf wie das Gras und darum werden sie auch von Ochsen und Schafen oft genug getreten, in Frankreich ist die Gelehrsamkeit ein schöner seltener Baum in einem schönen Garten des vornehmen, des reichen Mannes, und darum sah man in Frankreich Guiton de Morveau, Fourcroy, Bertholet, Thenard, Gay Lussac, Dumas die höchsten Staatswürden, Ministerstellen erreichen ohne Mühe, sie wurden wie Cincinnatus von ihrem Acker und Pflug zu ihren Würden berufen und dies warf ihren Glanz auf die Wissenschaft zurück, und immer mehr und immer größere Männer beschäftigten sich mit den Naturwissenschaften und sie machte dort in ganz kurzer Zeit wahre Riesenfortschritte. Aber jetzt betheiligten sich auch die Engländer und die Schweden daran und während Hermbstädt in Berlin die Chemie in das Leben einführte, die Handwerke zu Gewerben erhob, den Färber, den Gerber, den Brauer, den Brenner lehrte, nach bestimmten Grundsätzen immer richtig und immer zweckmäßig arbeiten und der Industrie seines Vaterlandes einen Aufschwung gab, der es bald von seinen Nachbarn jenseits des Rheins und jenseits des Canals unabhängig machte, bemühten sich Dalton, H. Davy, Daniels und Faraday, in Schweden aber Berzelius mit den glänzendsten Erfolgen, die neuen Lehren zu befestigen und zu erweitern.

Ihre Basis wurde Maaß und Gewicht; man wog nicht blos feste und flüssige Körper, man wog auch, wie die Fig. 31 zeigt, Luftarten gegen einander und gegen den luftleeren Raum ab, und sobald diese in ihre Rechte eingesetzt waren, entdeckte man, daß die tausend Körper, mit denen

die Chemie zu thun hat, sich zerlegen ließen in sehr wenige Elemente, einfache, nicht ferner zerlegbare Stoffe, und daß diese mit einander in höchst einfachen Zahlenverhältnissen verbunden, jenes Heer von Körpern geben, welches die Welt erfüllt und welches nach seinen Bestandtheilen zu untersuchen, die Aufgabe des Chemikers ist.

Fig. 31.



Die Zahlenverhältnisse selbst betreffend fand man, daß feste und flüssige Körper sich den Gewichten nach, Gase aber den Räumen nach sich mischten; so vermengen sich stets ein Maaß Sauerstoffgas mit zwei Maaß Wasserstoffgas zu Knallgas; zündet man dieses Gemenge an, so entsteht daraus unter einer furchtbaren Explosion (falls die Quantität groß ist) eine gewisse Menge Wasserdampf. Untersucht man Wasser, so findet man in neun Pfund desselben stets ein Pfund Wasserstoff und acht Pfund Sauerstoff; bringt man diese Gase in Maaße, so findet man wieder doppelt so viel Wasserstoff als Sauerstoff (dieser letztere ist sechzehnmal schwerer als vollkommen reines Wasserstoffgas).

Welchen Körper man aber auch untersuchen möge, die Verhältnisse stehen fest und bei keinem chemischen Prozesse entsteht etwas, sondern immer wird nur etwas Vorhandenes ausgeschieden oder aufgenommen. Ein Körper, der ein Loth wiegt und aus zehn Bestandtheilen zusammengesetzt ist, giebt diese zehn Theile richtig ab und alle einzelnen Theile zusammen geben wieder ein Loth. Findet man dieses nicht, so hat der untersuchte Körper etwas an die Luft, das Wasser &c. abgegeben, oder hat etwas von eben diesen Körpern aufgenommen.

Bringt man in ein luftleeres Gefäß ein Maaß Sauerstoff und zwanzig Maaß Wasserstoff und entzündet man das Gemenge, so erhält man zwei Maaß Wasserdampf, aber es bleiben achtzehn Maaß reines Wasserstoffgas unverbrannt übrig, nimmt man umgekehrt zwanzig oder dreißig Maaß Sauerstoff und vier Maaß Wasserstoff, so erhält man vier Maaß Wasser-

dampf und es bleiben in dem Gefäße achtzehn oder achtundzwanzig Maaß Sauerstoff übrig. Im ersten Falle verbrannte nicht alles Wasserstoffgas, denn es fehlte die Bedingung der Verbrennung, der Sauerstoff; damit die zwanzig Maaß Wasserstoff verbrennen können, bedarf es einer Quantität von zehn Maaß Sauerstoff; im zweiten Falle verbrannte alles Wasserstoffgas, denn es fehlte nicht an Sauerstoff, im Gegentheil war dessen zu viel, aber dieses zu viel bleibt unangetastet, es ist nichts da, womit derselbe sich verbinden könnte, so bleiben die obigen achtzehn oder achtundzwanzig Maaß übrig, weil für vier Maaß Wasserstoffgas nur zwei Maaß Sauerstoff erforderlich sind.

Wenn man 100 Theile Schwefel mit 100 Theilen Quecksilber verbindet und sublimirt, so erhält man ein Gemenge von Schwefel und Zinnober. Scheidet man diesen aus, so wird man finden, daß man 116 Th. Zinnober für die 100 Th. Quecksilber erhalten hat, des übrig bleibenden Schwefels sind aber nur 84. Wenn man durch chemische Operation den Zinnober wieder zerlegt, indem man ihn aus Retorten von Stein destillirt, wie Fig. 32 zeigt, so wird man 100 Th. Quecksilber und 16 Th. Schwefel erhalten, so oft man aber 16 Th. Schwefel mit 100 Th. Quecksilber verbindet, hat man wieder 116 Th. Zinnober und so wie man von einem der beiden Elemente mehr nimmt als das oben angegebene, so bleibt der Ueberschuß unverbunden zurück, es giebt keinen Zinnober, der auf 100 Th. Quecksilber 20 Th. Schwefel, oder auf 16 Th. Schwefel 110 Th. Quecksilber hätte.

Fig. 32.



Es ist ganz gleich, welches Beispiel wir nehmen, immer werden wir genau dasselbe wieder finden. So verbinden sich z. B. zwei Theile Schwefel mit einem Theile Sauerstoff zu einem Körper, den man unterschweflige Säure nennt; wenn man statt dessen drei Theile Schwefel zu einem Theile Sauerstoff nähme, so würde ein Theil Schwefel übrig bleiben.

Es können aber wohl Fälle eintreten, wo zwei Körper sich mit einander in mehreren verschiedenen Verhältnissen verbinden — alsdann entstehen erstens aus diesen verschiedenen Verbindungen auch gänzlich verschiedene Körper; zweitens bleibt die Verhältnißzahl immer eine durchaus einfache.

1 Th. Sauerstoff mit 2 Th. Schwefel giebt unterschweflige Säure,
2 Th. Sauerstoff mit 2 Th. Schwefel geben schweflige Säure,
3 Th. Sauerstoff mit 2 Th. Schwefel geben Schwefel-Säure.

Hier sehen wir zuerst die einfachen Verhältnisse 1:2, 2:2, 3:2, dann die ganz verschiedenen Körper, die beiden ersten Gase, der dritte eine ätzende Flüssigkeit.

Begreiflicher Weise kann man auch den Sauerstoff als konstant erscheinen lassen und kann sagen: drei Theile Sauerstoff mit sechs Theilen Schwefel geben unterschweflige-, drei Theile Sauerstoff mit drei Theilen Schwefel geben schweflige- und endlich drei Theile Sauerstoff mit zwei Theilen Schwefel geben Schwefelsäure. Die Variation enthält immer das Thema involvirt, d. h. alle diese Zahlen sagen genau dasselbe, es verbindet sich ein Körper in verschiedenen aber constanten Verhältnissen mit einem anderen.

Die neue Chemie hat diese Verhältnißzahlen aufgesucht, nennt sie Aequivalente oder Atomgewichte und nimmt zur Einheit entweder das Aequivalent des Wasserstoffs oder das des Sauerstoffs. — Das Ausführlichere über diesen Gegenstand werden wir in der Folge bringen.

Isomerie.

Wir haben bisher gesehen, daß es auf die Zahl der Aequivalente ankommt, was bei einer Vereinigung gleicher Elemente für ein Körper aus der Vereinigung hervor gehen soll. Ein Antheil Stickstoff mit einem Antheile Sauerstoff giebt einen ganz anderen Körper, als wenn man einen Antheil Stickstoff, mit zwei, drei, vier oder fünf Antheilen Sauerstoff vereinigt, und in dieser verschiedenen Zahl der Antheile lag allein die Verschiedenheit der Körper. Nun tritt aber noch ein Fall ein, wo der Chemiker zwei ganz verschiedene Substanzen untersucht und sie ganz gleich zusammengesetzt findet: solche Substanzen nennt man isomere und man stellt auch für sie verschiedene Modifikationen der Zusammensetzung auf, wie für diejenigen, welche sich wesentlich verschieden in der Zusammensetzung zeigen.

Der einfachste Fall ist der, da man einen Körper krystallisirt findet und auch nicht krystallisirt, oder da man einen und denselben Körper verschieden krystallisirt findet, z. B. den formlosen oder amorphen Schwefel und den krystallisirten Schwefel, den formlosen Zucker und den krystallinischen Zucker.

Hier pflegt die völlige Gleichheit der Antheilszahlen nicht zu befremden, der erste ist ein Element, da ist überhaupt nur von einer Substanz die Rede, der andere ist aus Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff zu-

sammengesetzt und man kann sehr wohl sagen: in dem Falle der Formlosigkeit liegen die Atome des einen Elements bunt durcheinander, im Falle der Krystallisation haben sie sich geordnet, wie wir weiter unten sehen werden. Ein Unterschied zwischen den beiden Körpern, dem krystallisirten und dem amorphen findet zwar erstens in der äußeren Gestalt statt, zweitens aber nur noch in ihrem Verhalten zu auflösenden Körpern; unkrystallisirter Zucker wird viel leichter aufgelöst als krystallisirter (Kandis). Auf dieser leichteren Auflöslichkeit der amorphen Metalle im Verhältniß zu den krystallisirten, beruhete ein Industriezweig, der von dem Jahre 1817 an ein nicht geringes Aufsehen machte und Tausende von Menschen beschäftigte, nämlich das Moiriren des verzinnten Bleches, wie es der Klempner zu seinen Blechgefäßen braucht. Sehr verdünnte Säure wird über die polirte Blechtafel gestrichen und abgewaschen, alsbald tritt die Krystallisation des Zinnes, welches die Oberfläche bedeckt, sehr lebhaft hervor, die Säure hat das amorphe Zinn angegriffen und das krystallisirte unangetastet gelassen. Auf dieser leichteren Auflöslichkeit beruht das Hervorrufen der Damascirung auf Stahl- und Eisenwaffen, beruht das Hervorrufen der Wiedemannstedt'schen Figuren auf Meteoreisen und es ist alles dieses leicht begreiflich aus der Anordnung der kleinsten Theilchen zu einem Ganzen, welche in einem Falle ganz reine, ebene Flächen ohne Angriffspunkte, im anderen Falle unebene Flächen mit vielen Angriffspunkten darbieten.

In den angeführten Fällen haben wir mit einem Elemente zu thun, wie wird sich die Sache aber stellen, wenn sich eine bestimmte Zahl von Antheilen verschiedener Elemente zu einem Körper vereinigen, und wenn wir wahrnehmen, daß genau dieselbe Zahl von Antheilen desselben Körpers auch noch andere Körper bildet.

Man pflegt gewöhnlich dasjenige Beispiel, welches uns am geläufigsten, dem Chemiker und dem Pharmaceuten am nächsten liegt, das Beispiel von Stärke, von Zucker und von Holz oder Baumwolle anzuführen. Untersucht man Arrow root oder Sago in seiner reinsten Gestalt oder Weizen- oder Kartoffelstärke — alles Dreies nichts als Stärkemehl aus verschiedenen Pflanzen — so findet man darin sechs Antheile Kohlenstoff mit fünf Antheilen Wasserstoff und fünf Antheilen Sauerstoff gleichmäßig verbunden.

Untersucht man nun das reine Kernholz von Birken, Pappeln, Ahorn, oder nimmt nun statt dessen Baumwolle, so findet man — — genau dieselben Elemente in genau derselben Anzahl von Theilen mit einander gemischt.

Wenn man nun reinen Zucker aus Ahorn oder Runkelrüben oder aus Rohr, nachdem er raffinirt worden, der Untersuchung unterwirft, so ist das Resultat, daß er aus sechs Antheilen Kohlenstoff, fünf Antheilen

Wasserstoff und fünf Antheilen Sauerstoff zusammengesetzt ist — die drei Körper sind also in ihrer Zusammensetzung vollkommen gleich — doch wird Niemand mit einem Stück Pappelholz seinen Kaffee süß machen, doch wird auch die geschickteste Spinnerin sich aus einem Pfund Zucker kein Hemde spinnen, noch ein gelernter Tischlermeister aus zwanzig Pfund Stärke einen Küchentisch verfertigen.

Wie lösen wir dieses Räthsel? ist die Chemie noch nicht weit genug vorgeschritten um die feinsten Bestandtheile der Körper zu verfolgen? giebt es unwägbare, unfühlbare Stoffe, welche sich mit den wägbaren verbinden und ihre Eigenschaften verändern? Wir haben solche Stoffe oder Kräfte, z. B. den Magnetismus, die Electricität — allein wir finden nicht, daß magnetisirter Stahl sich vom unmagnetisirten unterscheidet wie Zucker von Ahornholz, wir finden nicht, daß eine electrisirte Metallkugel sich von einer nicht electrisirten unterscheidet wie Stärke von Baumwolle! Die Chemiker

Fig. 33.

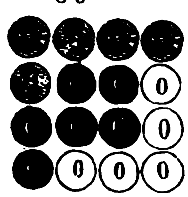


Fig. 34.

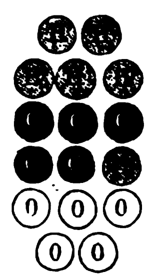
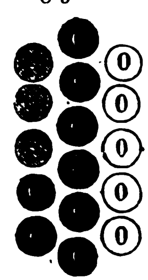


Fig. 35.



helfen sich, indem sie sagen: die Mischungstheile in den verschiedenen Körpern sind verschieden gruppirt, sie können z. B. im Zucker so gruppirt sein, wie Fig. 33, in der Stärke, wie Fig. 34, sie können im Holze so gestaltet sein, wie Fig. 35 zeigt. Sie können, d. h. es ist möglich, es ist gar nicht ausgemacht, daß es so sei, es ist möglich, daß es auch ganz anders sei, aber es liegt wenigstens der Weg zu einer Erklärung vor. Die sechszehn Kreise der Fig. 33 bilden ein Atom Zucker, die sechszehn Kreise in Fig. 34 sehen ganz anders aus, sie geben ein Atom Stärke rc., trennt man dieses Atom in seine drei Gruppen, so hat man nicht mehr Stärke, sondern Sauerstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff, so lange sie aber so geordnet zusammen sind, hat man ein Atom Stärke.

Die Beispiele einer so vollkommenen Gleichheit in der Zusammensetzung sind gar nicht vereinzelt, wir wählten nur, so wie einige unserer Vorgänger gerade dieses, weil es so allgemein bekannte Stoffe bietet wie Zucker, Holz rc. Ein anderer weniger bekannte Fall (den Chemikern gerade so

geläufig wie der vorige) ist der mit dem Phosphor, welcher dreierlei Verbindungen von ganz gleicher Zusammensetzung liefert, die Phosphorsäure, die Pyrophosphorsäure und die Metaphosphorsäure; jede dieser Säuren besteht aus einem Antheil Phosphor und fünf Antheilen Sauerstoff, aber sie sind wesentlich von einander verschieden und wirken auch ganz verschieden auf Basen, so z. B. sättigt von der gewöhnlichen Phosphorsäure ein Antheil drei Antheile Kali oder Kalk, dagegen sättigt ein Antheil Phosphorsäure nur zwei Antheile dieser Basen und die Metaphosphorsäure sättigt nur **ein** solches.

Die wasserfreie Buttersäure (eine starke, kräftig wirkende Säure) und der völlig neutrale (d. h. weder saure noch basische) Essigäther haben eine vollkommen gleiche Zusammensetzung und so ist es noch mit vielen anderen Substanzen — man kommt dabei immer auf das Angeführte zurück, nämlich darauf, daß die Elemente zwar dieselben, aber ihre Anordnungen verschieden seien — der Buttersäure kommen acht Antheile Kohlenstoff, acht Wasserstoff und vier Sauerstoff zu, ganz dasselbe gilt vom Essigäther, aber in der Buttersäure sind diese Elemente so vereint, daß ein näherer Bestandtheil mit acht Antheilen Kohlenstoff, sieben Wasserstoff und drei Sauerstoff verbunden ist, neben welchem Wasser besteht. Im Aether aber ist ein näherer Bestandtheil mit vier Antheilen Kohlenstoff, drei Wasser- und drei Sauerstoff und ein zweiter mit gleichfalls vier Antheilen Kohlenstoff, fünf Wasser- und ein Sauerstoff verbunden. Es ist möglich, daß die Zusammenstellung der Antheile eine andere sei, wie auch verschiedene andere versucht und mit Gründen unterstützt worden sind, allein schließlich kommt man darauf zurück, bei Körpern von gleicher Zusammensetzung in der Gesammtsumme ihrer einzelnen Antheile, und doch verschiedener Wirkung, eine Gruppirung der gleichen Antheile auf verschiedene Art annehmen zu müssen.

Atome.

Ueber die Art, wie die Körper sich mit einander verbinden, ist man völlig im Dunklen, dies ist auch ein solcher Winkel der Werkstatt, in welchen die Natur sich bis jetzt noch nicht hat schauen lassen. **Haller** sagt vor hundert und mehr Jahren: „Ins Innere der Natur dringt kein erschaffner Geist, glückselig, wem sie nur die äußre Schale weist.“

Wenn nun auch funfzig Jahre später der Herr Geheimerath von **Goethe**, Excellenz, so fein, so galant als geschmackvoll darauf antwortet:

„Ins Innere der Natur" — o du Philister — „dringt kein erschaffner Geist?"*) und dem armen Haller räth: „sieh Du selbst nur allermeist, ob Kern Du oder Schaale seist".

So haben wir doch die traurige Ueberzeugung gewonnen, daß wir dem eigentlichen Kern der Sachen so wenig näher gekommen sind als dem Kern der Erde, an deren äußeren Schaale wir auch herumkriechen, wie die Büchermilbe an dem farbigen Deckel des Buches, davon sie wohl die oberste Schicht abnagen, an dessen eigentlichen Inhalt sie jedoch niemals gelangen kann. Hier hat uns die Natur eine bis jetzt unübersteigliche Schranke gesetzt, es verläßt uns jedes bis dahin gebrauchte Hülfsmittel, auch das Mikroskop lehrt uns nichts weiter als wir mit bloßen Augen sehen, obschon es uns in der organischen Natur große Dienste geleistet hat — über die Zusammensetzung der anorganischen Körper sagt es uns nichts.

Wir wollen nicht verlangen, daß es uns den Sauerstoff zeige, denn dieser ist nicht für sich darstellbar; wo wir ihn finden, ist er entweder mit Wärme zu einem Gase oder mit einem anderen Element zu einem Oxyd verbunden; allein wenn wir oxydirtes Eisen und oxydirten Schwefel haben, so sehen wir doch offenbar diese beiden bis auf ihre kleinsten Theile, warum — wenn wir die beiden Körper nun vereinigen und dadurch schwefelsaures Eisenoxydul bilden — warum sehen wir, trotz der besten Mikroskope doch nirgends ein Theilchen Eisenoxydul neben einem Theilchen Schwefelsäure?

Wenn wir dieses Salz, im gewöhnlichen Leben Eisenvitriol genannt, auflösen, die Auflösung möglichst concentrirt machen und sie dann auf das Objectenglas eines guten Mikroskops legen, so können wir es abwarten, bis die Krystallisation beginnt — was sehen wir? etwa die Krystalle entstehen, sich reihen, an einander schieben, Etwas werden? nein, wir sehen dies alles nicht — noch ist die grünlich-blaue Flüssigkeit auf dem Glase ausgebreitet, unser Instrument ist auf den Rand des Tropfens gerichtet, wir sehen die Flüssigkeit sich ganz deutlich auf dem Glase abschneiden. Plötzlich ist diese glatte Kante der Flüssigkeit rundum ausgefranzt und es sind überall die fertigen Krystalle in ihrer blasgrünen Farbe vorhanden.

Das Schauspiel hat uns überrascht, die Ueberraschung ist vorüber, wir verfolgen nun die nach der Mitte zu schreitende Krystallisation des Tropfens mit größter Aufmerksamkeit weiter — sehen wir denn nun die Krystalle entstehen? nein! wir sehen, daß sie nicht da sind und sehen unmittelbar darauf, daß sie da sind! werden, entstehen haben wir sie nicht sehen können.

---

*) Warum denn nicht! war Goethe doch selbst tief genug in die Natur aller Dinge gedrungen.

Mit dem Sonnen= oder Kalklichtmikroskop kann man die Vergrößerung so viel weiter treiben, daß eine Nähnadel aussieht, wie der Mastbaum des größten Kriegsschiffes, daß ein Floh die Größe eines Elephanten erreicht, man sieht aber auch hier bei Wiederholung des Krystallisationsversuches, von dem man nunmehr den ungeheuer ausgedehnten Schatten erhält, nur das Fertige, das Vorhandene, nicht das Entstehen der Krystalle; es werden z. B. die Salpeternadeln sichtbar länger, sie wachsen, sie werden dicker, was aber dabei vorgeht, wie sie wachsen, wie sich die kleineren Krystalle an die größeren reihen, und so schön an einander reihen, daß sie damit einen, und zwar eben so gestalteten immer größeren Krystall bilden, sehen wir nicht, wissen wir nicht.

Wie in der nebenstehenden wunderschönen Alaun=Krystallgruppe, die größten wie die kleinsten Krystalle fertig sind, so wachsen sie von klein auf, immer eine Schicht zulegend, nur nicht so, daß man sehen könnte, wie es geschieht.

Fig. 36.



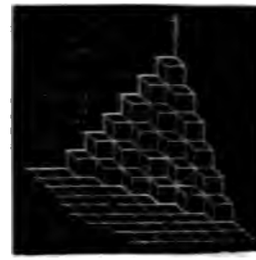
Da diese Krystalle, so wie unzählige andere von Quarz oder von Schwefel, von Kupfervitriol oder von Kochsalz viele Querlinien haben, welche uns zeigen, wie sie nach und nach angesetzt und sich vergrößert haben, so kam der gelehrte Hauy auf den Gedanken, daß wohl die kleinsten Theile der Körper, die Atome, die nicht mehr theilbaren (deshalb auch für ein irdisches Auge und seine Hülfsmittel nicht mehr sehbaren), schon die Gestalt des ganzen Körpers (Krystalls) haben dürften.

Nehmen wir an, der Cubus sei die Grundform so eines kleinsten Theiles und nehmen wir nun an, sehr viele derselben reiheten sich mit ihren Flächen regelmäßig an einander, so wird daraus nach und nach ein großer Cubus entstehen, wie die Fig. 37 uns denselben in drei seiner Seiten begonnen zeigt. Die entfernteste Spitze ist erst ausgefüllt, und das Netz, welches wir diese Spitze umgeben sehen, zeigt uns wie sich die Füllung gestalten müsse, um einen ganzen Cubus zu bilden.

Ist nun ein solcher vollendet, dann wird man allerdings das ganze

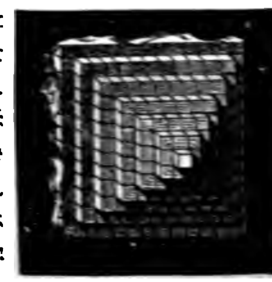
Netz nicht mehr sehen, denn die Moleküle sind so klein, so gleichmäßig und so wohl an einander gereihet, daß die Zwischenräume durchaus nicht kleiner sind als die Atome selbst und daß sie zu glänzenden Flächen zusammen fließen.

Fig. 37.



Wenn nun aber die Krystallbildung sich an dem fertigen Cubus fortsetzte, doch so, daß auf der Fläche des Cubus sich von den kleinen Cuben um so viel weniger anlegte, daß ringsum eine Reihe frei bliebe, auf dieser Fläche dasselbe geschähe und so immerfort auf jeder neuen, so daß eine jede der auf der vorigen Fläche liegenden neuen Flächen rund umher um eine Reihe kleiner wäre als die vorige und schließlich auf der letzten Fläche nur noch ein kleiner Cubus Platz fände, so würden wir auf der ganzen Seite des großen Cubus eine Pyramide haben, welche die Fig. 38 deutlich zeigt.

Fig. 38.



Nun könnte wohl der Fall eintreten, daß solche Anhäufung rundum auf allen Flächen des Würfels geschähe, dann bekämen wir einen Körper, an welchem die Pyramide nicht mehr so ganz deutlich zu erkennen wäre, weil eine jede derselben jede mit den vier seitlich benachbarten so zusammen flösse, daß eine dreieckige Pyramidenfläche mit der gleichnamigen der daran stoßenden Pyramide ein verschobenes Viereck bildet, wie z. B. c d (wobei übrigens der Cubus a b c d e f immer noch die Grundlage des Ganzen bildet).

Fig. 39.



Diese Zusammenstellung giebt uns aus einem Cubus einen Körper, der mit zwölf rautenartig verschobenen Vierecken umgeben ist, das Rhombendodecaeder, und er zeigt uns, daß es nur auf die Anordnung der Theilchen ankommt, um aus derselben Grundform andere Formen abzuleiten.

Pflanzen sich die Kanten der neu gebildeten Form nicht über die Kanten der ursprünglichen fort, wie in den beiden vorigen Beispielen, sondern über die Ecken, so daß die Ecke des eigentlichen Cubus die Mitte der neuen Fläche wird, so entsteht wieder eine neue, vollständig andere Form, die des Octaeders daraus. Die Fig. 40 zeigt uns, daß die Kante des neu auf-

gebauten Theiles über die Mitte einer Kante des unterliegenden Cubus läuft und sie rechtwinklig kreuzt. Die Ecken c, b, a, des eingeschlossenen Würfels werden dadurch, wie die vierte bereits zeigt, in die Mitte der Dreieckseite des Octaeders (welches deren acht hat, wie der Würfel acht Ecken) kommen und mit dieser Seite verschmelzen. Die Spitze der neuen Pyramide fällt genau über die Mitte der Seiten des Würfels — der Würfel hat sechs Seiten, so viel Pyramiden hat das Octaeder auch, der Kanten, wo zwei Flächen an einander stoßen, müssen beide gleichviel haben, da jede Kante des Octaeders die unterliegende Kante kreuzt. Sie haben beide zwölf solcher Kanten.

Fig. 40.

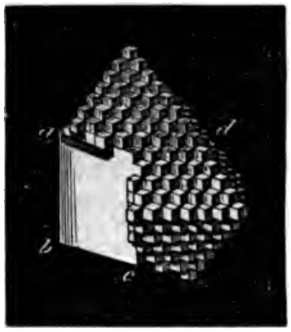


Fig. 41.



Neue Formen entstehen, wenn die Art des Aufbaues nicht mit Einheiten sondern mit verdoppelten Größen vor sich geht. Hauy, der Begründer dieser Lehre, nennt die erste Art ein Aufbauen um eine Reihe nach jeder Richtung; die Fig. 41 zeigt ein solches nach zwei Reihen in jeder Richtung, es findet aber auch ein Aufbauen mit einer Reihe in einem Sinne, mit zwei Reihen im anderen Sinne statt, wie die Fig. 42 zeigt, in der die nach oben verschobene Spitze immer um einen kleinen Cubus, um ein Atom niedriger, zugleich aber auch um zwei solcher Atome länger wird, welches Gelegenheit zu lang gestreckten Spitzen giebt, wie sie in der Natur allerdings vorkommen, da sich denn Gestalten ergeben, wie die unter Fig. 43 angegebenen, welche gleichfalls über dem Würfel errichtet sind, dessen Formen wir in einer seiner Ecken abcd hervorblicken sehen.

Fig. 42.



Fig. 43.



Das künstliche Aufbauen, welches Hauy mit ungemeinem Scharfsinn durchgeführt hat, läßt zu, oder gestattet, daß aus der Würfelform beinahe

alle regelmäßigen und unregelmäßigen Körper entwickelt werden. Zu den regelmäßigen gehört noch das Pentagon-Dodecaeder, der Körper, welcher zwölf fünfseitige Flächen hat, er gehört zwar zu den regelmäßigen Körpern, scheint also sich zu einem schwierigen Beispiel nicht zu eignen, allein seine Flächen sind fünfseitig und seine Winkel alle stumpf, und diese Eigenschaften machen es schwer begreiflich, wie er sich auf einen rechtwinkligen Körper mit vierseitigen Flächen wird construiren lassen, die beiden folgenden Figuren zeigen, wie Hauy dieses Problem ganz glücklich gelöst hat.

Fig. 44.



Man sieht hier in Fig. 44 das Wachsen in zwei verschiedenen Verhältnissen und nach zwei verschiedenen Richtungen vor sich gehen, und sieht daraus sich deutlich eine fünfseitige Fläche entwickeln, sie geht von vorn nach hinten immer um zwei Schritte zurück und um einen Schritt aufwärts, vorn sieht man sie sich um zwei Atome jederseitig der Mitte nähern und nur um die Höhe eines solchen sich erheben, das giebt die Kante, welche vorn vertikal steht, so wie die obere, hinterste horizontal.

Fig. 45.



Die nächste Fig. 45, welche die etwas verwirrenden Kreuzlinien nicht hat, zeigt die Sache noch deutlicher. Wir sehen in abef eine ganz freie Seite des Würfels, in efdc eine überbaute, wir sehen die Mitte der neuen Fläche immer mit der Kante des Würfels fd, dc, ce zusammen fallen, wir sehen über der Mitte der Würfelfläche ganz vorn eine Kante senkrecht stehen, ganz oben eine wagerechte, ganz rechts eine gleichfalls wagerechte, doch von der Spitze her gesehen, daher sie sehr schmal ist; zugleich aber nehmen wir wahr, daß oben bei fd schon eine fünfseitige Fläche mit stumpfen Winkeln fertig ist, eben so rechts über dc. Dasselbe würde [illegible] statt finden, kurz über jeder Kante des Würfels und da der Würfel zwölf Kanten hat, so folgt, daß der aufgebaute Körper zwölf Seiten habe, und wir sehen, daß sie durch die Abnahme der Stufen zu fünfseitigen geworden sind.

Wir sehen, wohin man mit diesem Systeme gelangt, allein wir dürfen uns nicht verhehlen, daß es allerdings möglich sei, sich die Sache noch anders

vorzustellen; z. B. statt mit Aufbauen, wie Hauy es macht, mit Abscheiden oder Niederreißen der Kanten und Ecken, wie der Mineralog Weiß es macht.

Fig. 46.



Fig. 46 zeigt uns einen Würfel in seinen Umrissen, in O die aus drei zusammen stoßenden Flächen gebildeten Ecken, in F die aus zwei Flächen gebildeten Kanten, in a eine Fläche.

Ein Jeder kann sich dasjenige, was beim Abscheiden der Kanten oder Ecken entsteht, sehr leicht selbst demonstriren, indem er sich aus einer großen runden Kartoffel einen Würfel schneidet. Wenn er nun die Kanten F der vorigen Figur abschneidet, so bekommt man die sechsseitige Fläche dd in Fig. 47, und die Fläche a bleibt viereckig; sie wird aber beträchtlich kleiner. Setzt man dieses Abschneiden fort, so wird a immer kleiner und die Flächen d werden immer größer bis zuletzt a ganz verschwindet, in eine Spitze übergeht und die abgeschnittenen Kanten, d. h. die immer größer werdenden Seiten d so ineinander laufen, daß sie statt sechseckiger Flächen dreieckige bilden, die Mittellinie auf der ehemaligen Kante des Würfels verläuft und deren Spitzen auf dem Mittelpunkte von a zusammentreffen, was dann das Octaeder giebt.

Fig. 47.

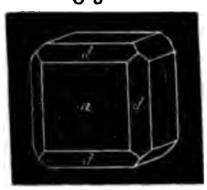
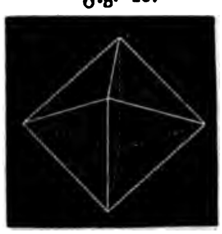


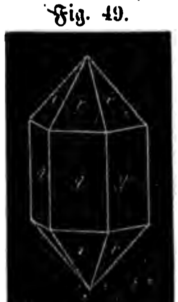
Fig. 48.



Schneidet man auf dem Würfel nur die oberen vier Kanten fort, so bildet sich nach und nach daraus eine Pyramide; macht man es mit der unteren Seite eben so, dergestalt, daß derjenige Theil, auf welchem der oben zugespitzte Würfel stand, nunmehr eben so zugespitzt wird, so haben wir zwei Pyramiden, die mit ihren Basen an einander stoßen.

Schneidet man von dem Würfel nur vier Kanten ab, so erhält man eine achtseitige Säule; schneidet man nur zwei Kanten ab, so wird sie sechsseitig, aber verschoben, nicht mit lauter gleichen Winkeln, sondern mit vier stumpfen und zwei spitzen.

Fig. 49.



Schrägt man an jedem Ende die Seitenfläche zu, so erhält man eine Säule mit einer Pyramide auf jedem Ende, die sich natürlich nach der Zahl der Seiten der Säule richtet. Wenn die beiden Pyramiden an einander stoßen, mit ihren Grundflächen zusammen kommen, d. h. wenn sie nichts von der Säule mehr zwischen sich haben, so entsteht ein Körper wie derjenige, welchen Fig. 50 zeigt. An diesen

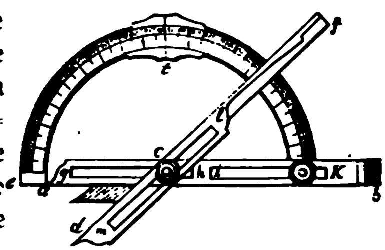
Pyramiden oder an den Säulen mit zugespitzten Enden, kann man am besten zeigen, was man die Hauptaxe des Krystalls nennt; es ist die Linie, welche man von c nach c oder in der vorigen Figur von der oberen Spitze der Pyramide nach der unteren durch die ganze Säule ziehen kann. Auf sie beziehen sich alle Verhältnisse des Krystalles und alle Messungen der Winkel gehen von ihr aus. Es giebt in allen Krystallen mehrere Axen, nur eine derselben heißt die Hauptaxe. Die ganze Lehre von diesen wunderbaren Gestalten, welche in der anorganischen Natur überall vorkommen, heißt Krystallographie.

Fig. 50.



Um die Winkel zu messen, bediente man sich sonst eines Transporteurs mit einer Alhidade fd, welche um das verrückbare Centrum c beweglich war und deren Ende f über den Gradbogen etk verschoben werden konnte. Der Krystall, der gemessen werden sollte, wurde angelegt, wie die Fig. 51 zeigt, zwischen g und d und da der Winkel, den die beiden Lineale hier beschrieben, gleich ist dem Scheitelwinkel auf der anderen Seite der beiden Lineale, so erhielt man die Grade des Winkels durch einfache Ablesung.

Fig. 51.

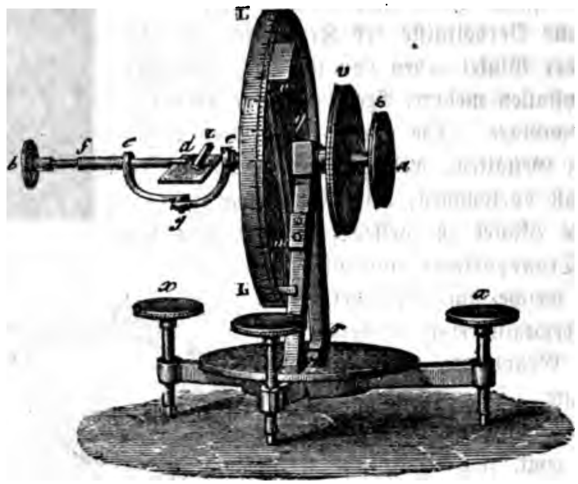


Jetzt, wo man eine so große Anzahl von Krystallen kennt, daß zu ihrer Unterscheidung die Angabe dieses Instruments nach einzelnen Graden nicht mehr ausreicht, bedient man sich des vollkommneren, des Goniometers, wie es Fig. 52 zeigt, welches auf drei Füßen x steht, die durch ihre Schrauben dienen, es lothrecht zu stellen. Der Krystall z wird auf der Platte d befestigt, welche vermöge der Gelenke c, g, e, f und des Knopfes b in jede Lage gebracht werden kann. Der große Kreis LL trägt die Gradeintheilung unter einem Nonius und vermöge der beiden Knöpfe v und a kann die Bewegung des Krystalls so geleitet werden, daß bald eine, bald die nächstandere Fläche irgend einen feststehenden Gegenstand spiegelt; aus der Anzahl von Graden, welche zwischen den beiden Spiegelungen liegt, mißt man nun den Winkel, unter den die Flächen an einander stoßen, auf das Genaueste.

In den regelmäßigen Krystallen, deren Grundform das Octaeder oder der Cubus ist, findet man drei ganz gleiche Axen, sie liegen immer von einem beliebigen Winkel zum gegenüber stehenden. Wenn zwei vierseitige Pyramiden wie Fig. 50 mit ihren Grundflächen aufeinander stehen, so erhält

man auch drei Axen, aber nur zwei derselben sind einander gleich, diejenige, welche die Spitzen der Pyramide verbindet, kann länger oder kürzer sein als die beiden anderen.

Fig. 52.



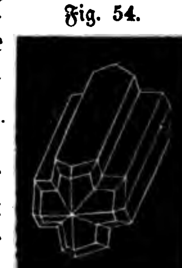
Sind die Pyramiden sechsseitig, wie Fig. 49, so hat der Krystall vier Axen, von denen drei einander gleich sind, die vierte aber ungleich, es ist das einzige System mit vier Axen, wegen seiner sechs Winkel heißt es das Hexagonalsystem.

Fig. 53.



Noch viel complicirtere Formen geben aber die Doppelkrystalle, von denen die beiden hier dargestellten Figuren sehr ausgezeichnete Exemplare bieten. Die Fig. 53 zeigt zwei sechsseitige Säulen, welche durcheinander gewachsen sind. Der andere Krystall, Fig. 54, hat eine noch viel zusammengesetztere Form; beide zeigen auch sehr deutlich die einspringenden Winkel, welche sonst nirgends vorkommen, als bei Doppel- oder Zwillingskrystallen.

Fig. 54.



Es ist für die Chemie von Wichtigkeit, sich mit der Krystallform aller Körper bekannt zu machen, und es bildet diese Kenntniß einen eigenen Lehrzweig derselben; wir müssen uns mit den hier aufgestellten Andeutungen begnügen, da die mündliche Demonstration an Modellen unerläßlich ist.

Die Aufstellung, welche Hauy über die Krystallbildung machte, ist

der atomistischen Ansicht sehr günstig und darum berufen sich diejenigen, welche dieser Lehre anhängen, gern darauf; allein vorausgesetzt, daß die Hauy'sche Hypothese vollständig wahr sei, so erklärt sie doch nur, wie gleichartige Körper sich zu einem größeren Körper derselben Art vereinigen, keineswegs wie zwei verschiedenartige Körper es machen, um zu einem dritten Körper zu werden, welcher von beiden wieder ganz verschieden ist.

Zu der Ansicht des Descartes (Cartesius nach der alles latinisirenden Schreibart der damaligen Zeit) kann man sich jetzt nicht mehr bekennen. Hauy wollte die Gestalt der Körper aus der Gestalt der Atome und aus deren Anordnung erklären, Descartes will aber auch die Eigenschaften auf dieselbe Weise erklärt wissen. Er fragt: „warum sticht oder frißt und ätzt eine Säure?" — Weil ihre Atome aus lauter Stacheln und Spitzen zusammen gehäuft sind: wohin das kleinste Theilchen einer Säure kommt, da bohren sich die Spitzen derselben ein, dies ätzt den Stahl, dies bringt das Gefühl des stechenden Schmerzes auf der Haut hervor.

Woher kommt es denn, daß eine Säure nicht mehr ätzt und frißt, wenn man ein Alkali dazu thut? — Höchstnatürlich dadurch, daß die Theilchen des Alkali, die Atome desselben, welche die Form kleiner Nägelchen haben, sich auf die Spitzen der Säure, wie junge Erbsen auf die Stacheln einer Roßkastanie spießen, da dann freilich das Stechen aufhört.

Diese Ansicht, wiewohl sie lange geherrscht hat, ist doch so grob materiell, daß sie mit den verfeinerten Ansichten der Gegenwart nicht mehr vereinbar ist. — Hier finden wir also auch kein Heil, keine Erklärung, aber die neueste höchst geläuterte atomistische Lehre giebt auch nichts Besseres, nur in anderer Form — sie behauptet nicht, daß ein Atom sehe aus wie eine Schraube und das Atom eines anderen Körpers wie die Mutter dazu; allein sie sagt wie oben, jedes Element hat seine Atome (deren Gestalt wir nicht kennen, von denen wir nicht einmal wissen, ob sie Gestalt haben) für sich, zwei Elemente, die sich verbinden, geben ein drittes Ding, in welchem die einzelnen Atome [illegible] enthalten sein müssen, da die einzelnen [illegible]

Als Beispiel wollen wir den Zinnober [illegible] findet sich krystallisirt in der Natur vor und kann künstlich gemacht werden aus [illegible] Antheile Quecksilber und [illegible] Schwefel [illegible] ungemein schön hochrothe, sich dem [illegible] man jedoch nicht nach dem [illegible] lich mit Zinnober [illegible] spielt. Man bedient sich [illegible]

in diesem stellt er ein Pulver dar, welches zwischen den Fingern nicht mehr fühlbar ist; hier hört die Theilung auf mechanischem Wege auf, denn so fein ist auch die Schlemmkreide, in welcher doch die Panzer von Milliarden kleiner Schnecken und anderer Schaalthiere ungestört liegen, obwohl der Stößel des großen Mörsers, so wie der Achatstempel in des Apothekers fein geschliffener Reibschaale darüber hinweg gegangen sind.

Jetzt beginnt der Physiker seine Untersuchung mit der Loupe, mit dem Mikroskop, er vergrößert, fünfzig, hundert, zweihundert, endlich zweihundertfünfzig mal — hier sind wir an den Grenzen der menschlichen Kunst angelangt, was sehen wir? Zinnober!

Selbst in dem Stäubchen, welches durch eine 250malige Vergrößerung bis auf die Fläche eines Quadratzolls ausgedehnt worden, sieht man noch nicht ein Pünktchen Quecksilber neben einem Pünktchen Schwefel, sondern man sieht überall in jedem Pünktchen beides vereint zu Zinnober.

Der Chemiker aber sagt: das ist nur ein Beweis von der Unvollkommenheit unserer Instrumente, würden dieselben die nöthige Schärfe haben, so würde man endlich zu dem Ziele gelangen müssen, die beiden Bestandtheile, den Schwefel und das Quecksilber, zu sehen, und er findet dafür einen Beweis in dem Umstande, daß, wenn er 52 Gewichtstheile Quecksilber mit acht Gewichtstheilen Schwefel zusammenreibt und sublimirt, er immer 60 Gewichtstheile Zinnober bekommt, und wenn er 60 Gewichtstheile Zinnober zerlegt, er wieder acht Theile Schwefel und 52 Theile Quecksilber bekommt, er möge das Experiment so oft wiederholen als er wolle; er sieht hierin die Anwesenheit der beiden Körper im unveränderten Zustande (als Schwefel und als Quecksilber) neben einander, allein er gesteht zu, daß er die Theilung der Materie nicht so weit treiben könne, bis die einzelnen Stoffe zum Vorschein kommen, und darum spricht er auch von „einem Atom Schwefelblei“ oder „einem Atom Chlorsilber“ und giebt nicht zu und kann nicht zugeben, daß dieses eigentlich heiße ein halb Atom Schwefel und ein halb Atom Blei, denn das Atom Schwefelblei ist eben ein Untheilbares, aber ein Kleinstes, und dieses Kleinste, nicht mehr Theilbare nennt er ein Atom, wenn er schon selbst in den Namen Schwefelblei, Schwefelquecksilber, Chlorsilber ꝛc. ꝛc. die Zusammensetzung der Atome zugeben muß und ausspricht, und folgerichtig auch zugestehen müßte, daß das noch Zusammengesetzte auch noch ferner theilbar sein müßte.

Dies aber unterscheidet das Atom des Chemikers von dem Atome des Physikers, und darum kann der Chemiker auch von Atomgewichten sprechen, indeß für den Physiker dasjenige, was noch etwas wiegt, auch noch halb so viel wiegen kann, darum endlich kann der Physiker gar nicht von einem

Atom Zinnober sprechen, weil in diesem Atom noch Schwefel und Quecksilber sein muß, denn sonst wäre es kein Zinnober, dieses getrennt aber, in dem Augenblick wo es getrennt wird, wo Schwefel und Quecksilber auseinander treten, aufhört Zinnober zu sein.

Daß alle Körper ausdehnsam und zusammendrückbar seien, ist eine so bekannte Thatsache, daß darüber Niemand Zweifel äußern wird. Vermehrung oder Verminderung der Wärme ist das große Agens, welches diese Veränderung hervorbringt und man kann in jedem Augenblicke wahrnehmen, daß Zuführung der Wärme die Körper ausdehnt, Entziehung derselben sie räumlich verkleinert, daß umgekehrt bei mechanisch hervorgebrachter Ausdehnung Wärme gebunden wird (man fühlt Kälte oder das Thermometer zeigt sie an) und bei mechanisch hervorgebrachter Verdichtung Wärme frei wird (ein kalt geschmiedeter Eisenstab wird heiß, ein Silberstück, unter den Prägestock gelegt, um als Thaler herauszukommen, ist fühlbar warm).

Man nimmt nun an, die Ausdehnung ꝛc. beruhe nicht auf Vergrößerung oder Verkleinerung der Atome, diese bleiben unverändert wie sie einmal sind, wohl aber beruhe sie darauf, daß die Atome von einer Wärmesphäre umgeben sind, welche durch Zufuhr von mehr Wärme noch größer würde, durch Entführung von Wärme sich zusammen ziehe, sich verkleinere, die unveränderten Atome rückten also im ersten Falle auseinander und kämen im anderen Falle näher zusammen.

Wäre die Materie aus Atomen zusammengehäuft, wie ein Haufen Hirse, ohne innere Kräfte, so würde es natürlich keine Gestalt, als die eines aufgeschütteten Hügels, eines Sandhaufens geben; in den Atomen aber sind die Molekularkräfte thätig, die Anziehung derselben unter einander hält die Materie zusammen, wie sie das einzelne Hirsekorn oder Sandkorn mit mehr oder minderer Gewalt zusammenhält. Auch zwei Hirsekörner ziehen sich an, eben so gut wie zwei Planeten, und wenn ein Stein vom Dache zur Erde fällt, so kommt ihm die Erde höflich entgegen, denn nicht die Erde zieht ihn an, noch er die Erde, sondern beide ziehen einander gegenseitig, im Verhältniß ihrer Größe zu einander, an.

Zwei Sandkörner aber, wenn sie auch noch so nahe an einander gebracht werden, ziehen sich nicht sichtbar für uns, nicht meßbar für unsere Instrumente an, dazu unterliegen sie zu sehr der überwältigenden Anziehung der Erde; in ihrem Inneren aber, in der unendlichen Nähe, in welcher die unendlich kleinen Theilchen zu einander stehen, da findet diese Anziehung statt, die so groß ist, daß eine Stricknadel dem Bestreben, sie auseinander zu reißen, eine Gewalt von 300 Pfund entgegenlegt.

Die Entfernung aber der Atome von einander ist sehr verschieden, und je größer sie ist, desto leichter ist der Körper zu zerreißen, darum

sie

reißt ein Stäbchen von Glas leichter als ein gleich dickes von Eisen, darum eins von Holz leichter als eins von Glas. Aber auch hier wirkt die Wärme wieder der Anziehung entgegen, und das viel dichtere Eisen kann unter ihrem Zutritt hinter dem viel lockerern Holze zurück stehen, d. h. es ist möglich, daß die Entfernung der Atome im Eisen noch größer werde als die bereits sehr große der Atome im Holze ist.

Aber die Wärme kann den ganzen Zustand der Körper völlig umwandeln (ohne daß dabei ihre chemischen Eigenschaften gestört würden), die Wärme kann sich zwischen die Atome in solcher Masse eindrängen, daß sie sich wenig oder gar nicht mehr anziehen, daß sie zu weit von einander entfernt werden, um sich noch zu ergreifen, daß sie durch die geringste Kraft unter einander verschiebbar sind — dann ist der Körper flüssig geworden.

Die immer gleich gebliebenen Atome sind von immer größeren Wärmesphären umgeben, die Atome haben sich nicht geändert, sie sind nur auseinander geschoben, bis sie sich nicht mehr erreichen können.

Allein hier ist noch nicht die Grenze. Die Wärmesphären, welche so lange wuchsen, bis Abstoßung durch die Wärme und Anziehung der Atome unter einander sich das Gleichgewicht hielten, woraus der Zustand der Flüssigkeit hervorgerufen wurde, können noch sehr viel weiter wachsen, bis die gegenseitige Anziehung der Atome gänzlich überwunden, zum Stillschweigen gebracht ist. Nun befinden sich die Körper in dem Zustande der Repulsion — der Abstoßung ihrer Theile. Würden die Atome näher an einander gebracht werden können, so würden sie sich anziehen, wie immer, sie haben sich auch durchaus nicht verwandelt, so daß sie einander jetzt abstießen, sondern die sie umhüllenden Wärmesphären, in deren Mittelpunkt die Atome schweben, verschwindend gegen die Größe der Hüllen aus Wärmestoff, sind es, die einander abstoßen — in diesem Zustande nennt man die Materie ausdehnsam, gasförmig.

Dieser dreifache Zustand der Materie ist wirklich vorhanden und fällt einem Jeden auf, der Lust hat nachzudenken über das, was er sieht — anderen allerdings ist die Sache so geläufig, daß sie nicht mehr darüber denken; diese wissen vielleicht nicht, wie viel Aggregatzustände es giebt, sie wissen nicht einmal, was das für ein Ding ist, welches wir Aggregatzustand nennen; für diese ist allerdings das Gesagte, so wie alles Uebrige verloren. Wer aber nicht zu diesem großen Haufen gehört, der weiß eben so gut, daß es feste, flüssige und luftförmige Körper giebt, wie er weiß, daß es Thiere giebt, die stets auf festem Boden, andere, die stets im Wasser sein müssen und endlich noch andere, welche Stunden und Tage lang keiner anderen Stütze bedürfen als derjenigen, welche die Luft ihnen bietet. In

dem Gebiete dieser festen, flüssigen und ausdehnsamen Körper bewegt sich die Chemie, ihr Geschäft ist, die Körper aus einem Zustande in den anderen über- und wieder zurückzuführen, verschiedene Körper desselben Aggregatzustandes oder verschiedener Aggregatzustände mit einander in Verbindung zu bringen, oder vorhandene Verbindungen zu lösen und hier theilt sie sich in sehr verschiedene Zweige.

Verschiedene Zweige der Chemie.

Die reine Chemie hat nur die Theorie, hat nur die Wissenschaft im Auge, für sie ist die Anwendung dessen, was sie gefunden hat, eine Nebensache, nicht des Nennens werth; wie viel Atome des einen und wie viele des anderen Elements in einem Körper vorhanden sind, nach der Theorie vorhanden sein müssen, wie sich die Erfahrung zur Theorie, zur Berechnung verhält, darauf geht sie aus — sie kennt nicht Braunstein, sondern Mangansuperoxyd; sie weiß auch nichts von Salzsäure, sondern von Chlorwasserstoffsäure; sie weiß nichts von Kochsalz, sie kennt nur Chlornatrium; aber das, was in seinem Laboratorium der Theoretiker erforscht, das trägt sein Schüler in das Leben und er bildet sich, wenn er ein Jurist ist, eine Chemia forensis, eine Chemie des Gerichts, welche die Gifte und deren Wirkungen kennen lehrt; er bildet sich, wenn er ein Landwirth ist, eine Agriculturchemie, um darnach die Bodenarten, die Dungarten zerlegen, künstlich bilden, zweckmäßig vereinigen zu können; oder er bildet sich, wenn er ein Apotheker ist, eine pharmaceutische Chemie, um die Medicamente nach den Vorschriften des Arztes und den Gesetzen des Landes zu bereiten; oder endlich, wenn er ein Färber, ein Brauer, ein Zucker-, ein Chemicalien-Fabrikant ist, so bildet er sich eine technische Chemie, welche ihn lehrt, alle die ihm vorkommenden Dinge auf das Vortheilhafteste und Beste zu bereiten.

Und nichts ist dieser technischen Chemie zu klein, zu unbedeutend; der Kehricht selbst ist es nicht. Ein Goldschmied in Cöln, dem Verf. persönlich bekannt, schenkte seiner jungen Gattin am Morgen nach der Hochzeit, durch eine vorher aufgenommene gerichtliche Verschreibung, den Kehricht aus seiner Werkstatt zum Nadelgeld. Die schöne, junge Frau, einer reichen Familie angehörig, war nicht wenig piquirt über ein solches Geschenk und der junge Ehemann — der es auch vielleicht nur in einem An-

fall scherzhafter Laune so geordnet hatte — erbot sich ihr diesen Kehricht mit 400 Thlr. jährlich abzukaufen, wies aber dann am Jahresschluß nach, daß seine Frau sich um 150 Thlr. Schaden gethan, und als sein Geschäft sich vergrößerte, wuchs der Werth seines Kehrichts auf 600—700 Thlr. und mehr.

Daß hier Werth steckt, hat der Goldschmied immer gewußt, es handelt sich nur darum, das Gold, was vorhanden ist, von Staub, Kiesel, Eisen ꝛc. zu trennen, denn nichts geht verloren, es kann nur einer Person, nicht der Erde abhanden kommen; aber Dinge, die man sonst unbedenklich fortwarf, sammelt man jetzt, so die Knochen zur Bereitung der Knochenkohle oder des Beinschwarz oder des Leimes oder des Phosphors. Aber noch eine Anwendung finden sie, zu welcher wir sie leider in ganzen Schiffsladungen vom Continent nach England gehen lassen — die nämlich auf die Landwirthschaft als Dungmittel in der Form des Knochenmehles. Die Engländer haben ganz Recht, wenn sie sagen: für jedes Ton Knochenmehl, welches wir beziehen, dürfen wir drei Tons Weizen weniger kaufen. Man sollte in jeder Zeitung jährlich zwölf mal diese Thatsache mittheilen, vielleicht kämen die Landwirthe bei uns doch nach und nach so weit, das Knochenmehl nicht mehr für einen zu theuren Dünger zu achten, um so mehr, als es reichlich wirkend sieben Jahre vorhält, und für viele Früchte durch nichts anderes zu ersetzen ist.

Die trocknen und die nassen Excremente werden jetzt in allen großen Städten zur Fabrikation der Poudrette gesammelt, eines Düngers, der noch viel theurer ist als Knochenmehl und doch bei den Engländern einen guten Markt findet. — Was sonst auf dem Anger der Abdeckerei verweste und die Luft auf weite Strecken umher verpestete, das Fleisch der gefallenen Thiere, allenfalls diese ganz mit Haut und Haar, wird jetzt in anderen Fabriken zur Darstellung der Cyaneisenverbindungen, des Blutlaugensalzes benutzt. Die Abgänge aus Oelmühlen, Raffinerien, Wollspinnereien ꝛc. verwerthet man, um daraus Stearinkerzen und Seife zu bereiten — überall liegt Geld auf der Straße, es kommt nur darauf an, es zu sehen und aufzuheben — viele Leute allerdings stolpern darüber und sehen es doch nicht.

Und zu welchem Umfange können sich die unbedeutendsten Dinge entwickeln! Zu den hölzernen Fidibus, Hobelspäne von einem halben Zoll Breite und sechs Zoll Länge, deren 100 für einen Pfennig verkauft werden, braucht man jährlich auf dem Harze allein Tausende von schlanken Tannen. Die Bereitung der Streichzündhölzchen hat einen solchen Umfang gewonnen, daß die großartigsten Fabriken auf diesen so unbedeutend scheinenden Gegenstand gegründet sind, im Hafen von Swinemünde liegen stets ganze Schiffsladungen mit Tannenholz aus Schweden, nur für die Preußischen Fabriken

bestimmt (weil sie kein Tannenholz in der Nähe haben, wie die Süddeutschen auf ihren Gebirgen, denen wieder unser starkes Föhrenholz, als Bauholz bei weitem besser wie Tannenholz, fehlt, doch für Zündhölzchen zu grobfaserig). Und sind es denn diese Tannen allein? Große Fabriken von chlorsaurem Kali, von Phosphor sind entstanden, lediglich um die Zündstoffe für diese Fabriken herzugeben — große Fabriken sind entstanden, lediglich um die Hölzer, andere um die Pappschachteln zur Verpackung zu liefern — große Fabriken sind entstanden, um das rauhe Glas und Sandpapier, worauf die Phosphorpünktchen durch Streichen entzündet werden, zu liefern.

Die Feuersteine sind von den Feuergewehren verschwunden, aber Millionen Hände in den großartigsten Fabriken werden beschäftigt zur Herstellung der kleinen Zündhütchen, zu welchen wieder Fabriken mit der Verfertigung des Zündstoffes kommen, des Knallquecksilbers; so greift die technische Chemie nach allen Seiten um sich, verschmäht auch das Kleinste nicht und zieht ungeheuren Gewinn daraus, und was wäre überhaupt die jetzige Menschheit ohne diese technische Chemie?

Die letztere ist das Gebiet, auf welchem der Verf. sich in diesem Buche bewegen wird, sie schließt die theoretische Chemie keineswegs aus, im Gegentheil sie stützt sich überall auf dieselbe; allein in dem vorliegenden Buche kann sie ihrer Lehre nur den unumgänglich nöthigen Platz anweisen, sie wird auch häufig mit ihrer Schwester, der Physik, Hand in Hand gehen müssen, obwohl sie sich seit Faraday, ja schon seit Davy, gewöhnt hat mit einer gewissen Geringschätzung auf dieselbe herab zu sehen — wenngleich diese ihr die wichtigsten Instrumente für ihren Gebrauch erfunden und sie den Gebrauch derselben gelehrt hat, wie die Waage, das Thermometer, die Luftpumpe, die Electrisirmaschine, die Volta'sche Säule, ohne welche es der Chemie jetzt wohl schwer halten sollte durchzukommen.

Fig. 57.



Fig. 58.

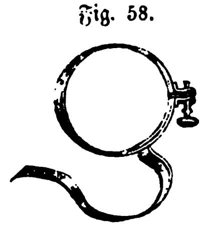
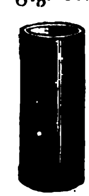


Fig. 59.



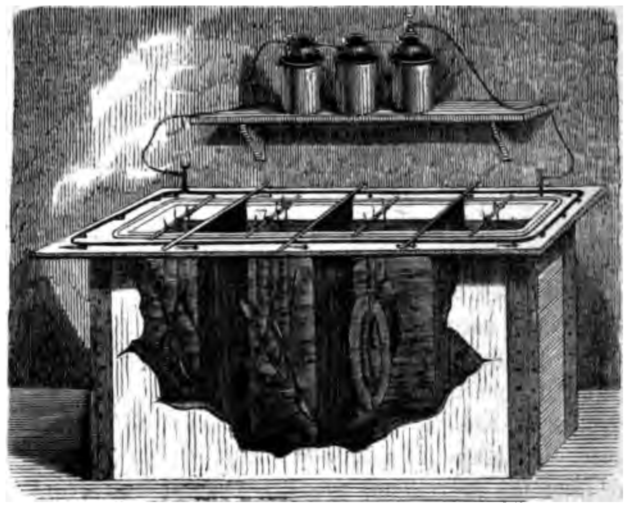
Fig. 60.



Ja wohl schwer halten! Drei mächtige Zweige der Technik beruhen ja nur auf dieser letzteren: die galvanische Vergoldung, die Galvanographie oder die galvanische Zeichenkunst, Kupferstecherkunst und die Galvanoplastik, die Kunst Erzbilder auf kaltem und nassen Wege darzustellen. Das ein-

fache Instrument, dessen Theile wir hier getrennt bei einander sehen, und welches wir auf der folgenden Fig. 61 in der oberen Abtheilung derselben

Fig. 61.

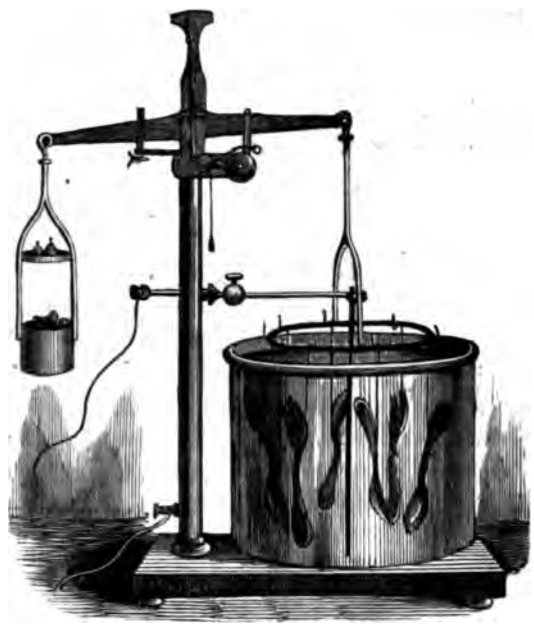


zusammengesetzt, aber in drei Exemplaren erblicken, dieses unscheinbare Instrument, mit dessen Vervollkommnung die Physiker sich seit sechszig Jahren unausgesetzt beschäftigen, und mit welchem wir uns gleichfalls vertraut machen werden, fällt hier aus einer Silberauflösung das edle Metall auf Kupfer oder Neusilber, fällt aus einer Goldauflösung das reinste Gold auf die Unterlage von Silber oder einem anderen Metall, und wird auf dieselbe Art angewendet um Eisen zu verkupfern, oder Leinwand mit einem Kupferüberzug zu versehen, um dieselbe zum Dachdecken anwenden zu können, wird ebenso angewendet, um Thüren von Erz für das neue Museum in Berlin, oder eine colossale Christusstatüe für eine Kirche in Petersburg zu bilden, und wie sehr man dieses in seiner Gewalt hat, wie genau man mit seinen Bestimmungen gehen kann, möge die hier eingeschaltete Wagevorrichtung, Fig. 62, zeigen.

Man will auf eine gewisse Menge unedlen Metalls eine genau bemessene (der Preis giebt hier den Maaßstab) Menge edlen Metalles niederschlagen, so tarirt man den in der Auflösung hängenden Metallkranz mit allen daran befestigten Löffeln, Gabeln ꝛc. durch die Gewichte in der unteren Abtheilung der Waageschaale, und setzt nun auf die obere Abtheilung dieser Schaale dasjenige Gewicht, um welches sich die zu versilbernden Gegenstände vermehren, mit Silber überziehen sollen. Dadurch kommt die Waage aus

dem Gleichgewicht, aber wie nun die electrische Operation vor sich geht, wie nach und nach die Löffel immer schwerer werden, sinkt der Kranz mit seiner Last tiefer in die Flüssigkeit und die Arme der Wage nahen sich immer mehr der horizontalen Stellung. Ist diese erreicht, so wird eben dadurch (etwas, das wir später genauer auseinander setzen müssen) der electrische Strom unterbrochen und der fernere Ansatz hört auf, der Apparat hat sich selbst regulirt, nicht nur die Versilberung über- und dem Arbeiter die Mühe abgenommen, sondern hat ihn auch noch des Aufpassens überhoben, hat selbst gesagt „halt! — genug!"

Fig. 62.



Zerkleinern; Lösen und Binden.

Die Chemie beschäftigt sich mit Trennung und Vereinigung verschiedener Körper. In tausend Fällen muß die Mechanik vorher das Ihrige thun; bei der Zerkleinerung von Erzen hilft dem Bergmann zuerst die Stampfe, dann werden die zerbröckelten Substanzen geschlemmt, indem man, bei den weniger werthvollen, Mühlen in rohester Art zur Hülfe nimmt, Fig. 63, wo die Erze in einer halbrunden Bütte B durch das, an der Hauptaxe C eines Mühlrades R sitzende Kreuz immerfort umgeschaufelt und durcheinander geworfen werden, wodurch die weniger brauchbaren Theile des tauben Gesteins, der Thon ꝛc. durch das immerfort zufließende Wasser fortgespült werden, indeß das schwerere Erz in der Bütte liegen bleibt; oder bei feineren Erzen, bei werthvolleren, edleren wird nach dem Stampfen oder sogenannten Pochen das zerkleinerte Erz in ein metallenes Sieb gethan, Fig. 64, welches an einer Vorrichtung PHE hängt, die sehr ähnlich einem

ländlichen Schöpfbrunnen ist und den Mann in Stand setzt, durch Auf- und Abschieben der Stange E sein Drathsieb C in dem Wassereimer B zu waschen, wodurch das leichte schlammige sich entfernt, das schwere Erz aber zurückbleibt.

Fig. 63.



Hiermit kann aber der Chemiker nicht zufrieden sein, er muß die mechanische Trennung der Theilchen eines Körpers, den er untersuchen will, in der Regel viel weiter treiben — da kommt der Mörser, die Reibschaale von Porzellan, von Achat, von Chalcedon und hierin wird der zerreibliche Körper dergestalt verkleinert, daß er zwischen den Fingern nicht mehr fühlbar ist; allein auch dies ist noch lange nicht genug, denn hiermit erreicht man noch nicht einmal die Zerstörung der Form vieler organischer Geschöpfe — ob es nicht möglich sei den Blüthenstaub der Lycopodium-Pflanze in der Achatschaale zu zermalmen, seine Bläschen zu zertrümmern, wollen wir unentschieden lassen, daß es aber nicht möglich sei, die Schaalen der Kreidethierchen, der Infusorien, aus deren Gehäusen die Kreide besteht, zu zermalmen, ist gewiß, sie sind so klein, daß sie sich selbst dem polirten Stempel des Achat-Mörsers entziehen.

Fig. 64.



Also selbst mit dieser Zerkleinerung und Trennung ist der Chemiker noch nicht zufrieden, denn sie läßt noch Gestalt übrig; nun aber hört die mechanische Arbeit auf und die chemische beginnt, die Auflösung, aus welcher dann nöthigenfalls der aufgelöste Körper in einem so fein vertheilten Zustand niedergeschlagen werden kann, daß nun endlich auch die Schaalen der Diatomeen und Foraminiferen nicht mehr erkennbar, sondern zu wirklichem Pulver geworden sind.

Die Auflösung enthält den aufgelösten Körper unsichtbar; so lange er mechanisch zerkleinert war, ist er noch sichtbar geblieben; sobald er chemisch zerkleinert ist, hat er aufgehört sichtbar zu sein. Das einzige, woran man die Beimischung eines fremden Körpers zu einer Flüssigkeit erkennen kann, ist die Farbe; destillirtes Wasser ist vollkommen farblos, so wie man Kupfervitriol hinein bringt, erhält das Wasser eine schöne blaue Farbe, allein es ist so klar und so durchsichtig geblieben, daß es in dieser Eigenschaft von dem reinen Wasser gar nicht zu unterscheiden wäre, wenn nicht die Farbe wäre; eine Auflösung von Küchensalz giebt dem Wasser einen Anstrich von einer schwach gelbgrünlichen Färbung; eine Auflösung von Aetzkalk aber verändert das Wasser auch nicht in dieser Beziehung, höchstens ist es noch durchsichtiger als es vorher war.

In diesen Flüssigkeiten ist aber das schwefelsaure Kupfer, das salzsaure Natron aufgelöst — nun diese beiden Körper sind selbst durchsichtig — es möge uns nicht wundern, daß sie die Durchsichtigkeit des Auflösungsmittels nicht ändern; wie aber mit dem Aetzkalk, welcher weiß wie Kreide und völlig undurchsichtig ist und doch das Wasser nicht trübt? wie aber mit dem kohlensauren Kalk, der in seinen Krystallen, z. B. im Kalkspath, so klar wie Wasser selbst ist, und so wie er in der Auflösung erzeugt wird, dieselbe doch trübt!

Wenn man nämlich zu einer Auflösung von Aetzkalk, die farblos und krystallhell ist, Kohlensäure bringt, so verbindet sich der aufgelöste Kalk sofort mit der Kohlensäure zu kohlensaurem Kalk, als solcher ist er im Wasser unlöslich und fällt als weißes Pulver nieder. Die einfachste Art das Experiment anzustellen, ist die, daß man in Kalkwasser die Luft der Lungen durch ein Glasrohr bläst, in wenigen Sekunden wird das Wasser trübe, in einer Minute ist es milchweiß und wenn man dasselbe nun ruhig stehen läßt, so hellt es sich nach und nach dadurch auf, daß die Kreide (der gebildete kohlensaure Kalk) sich als ein überaus feines, durch keine Kunst in ähnlicher Weise darstellbares Pulver absetzt.

Der Kalk, der jetzt das Wasser trübt und dann als weißes Pulver am Boden des Gefäßes liegt, war in der undurchsichtigen Flüssigkeit vorhanden und doch sah man ihn nicht. Der strenge Chemiker wird sagen.

„das war Calcium-Oxyd (Aetzkalk), welches aufgelöst und unsichtbar war, das sichtbar gewordene aber ist kohlensaurer Kalk, ein ganz anderer Körper" — gut, wir wollen dieses zugeben, wiewohl das oben Angeführte von der Durchsichtigkeit und Nichtdurchsichtigkeit der beiden Kalkarten eigentlich schon der gemachten Einwendung gegenüber steht — allein wir haben der Beispiele so viele, daß wir nicht verlegen sind um aufgelöste unsichtbare und niedergeschlagene sichtbare Körper, die gar keine Veränderung erlitten.

In den Eisensäuerlingen ist das Eisen in ziemlicher Menge durch die Kohlensäure aufgelöst, die Gewässer sind vollkommen klar. Sobald sie an der Luft stehen und die Kohlensäure entweichen kann, sinkt das vorher aufgelöst gewesene Eisen als brauner Rost zu Boden — Schwefel ist in den Schwefelquellen durch Wasserstoff aufgelöst, das Schwefelwasser, frisch geschöpft, ist ganz klar; läßt man dieses Wasser an freier Luft stehen, so daß der auflösende Wasserstoff entweichen kann, so fällt der Schwefel nieder — er, der vorhin unsichtbar in der Flüssigkeit enthalten war, trübt dieselbe jetzt und sinkt als Schwefelmilch zu Boden. Die Sache ist wunderbar genug, allein sie kommt so oft vor, daß wir uns kaum mehr darüber wundern. Nicht allein in der Lichtflamme, sondern in der völlig klaren Luft, welche von derselben aufsteigt, ist so viel schwarze Kohle enthalten, daß man dieselbe an einem kalten Blech oder Glase auffangen und als Ruß verwenden kann und so in hundert Fällen.

Dieses Gebiet der Chemie, das der Auflösung aller Stoffe in anderen Stoffen bis zur völligen Unsichtbarkeit der aufgelösten, hängt zusammen mit dem sehr benachbarten des Niederschlagens oder Fällens der Körper aus den Auflösungen, und das Wesentlichste, was der Chemiker wissen soll, ist, welche Körper andere Körper auflösen, und durch welche Körper andere Körper gefällt oder niedergeschlagen werden.

In dieser Kenntniß beruht die Kunst des Analytikers — er hat eine Flüssigkeit, die wasserhell aussieht, aber sauer reagirt; er will wissen, welche Säure er vor sich hat, er bringt diese, jene Auflösung hinein, sie verändert sich nicht, dann bringt er ein Paar Tropfen Barytwasser hinzu; alsbald entsteht eine milchartige Trübung, und nun weiß er, daß es Schwefelsäure war, die ihm zu ermitteln gegeben wurde, denn der aufgelöste Baryt wird zu schwefelsaurem Baryt, zu Schwerspath gemacht, welcher in Wasser unlöslich ist und also niederfällt. Wasser, auf das Allersorgfältigste destillirt und alsdann mit dem hunderttausendsten Theile seines Gewichts Schwefelsäure versehen, würde weder dem Geschmacke noch irgend einem anderen Sinne die Anwesenheit der Schwefelsäure verrathen, solches Wasser würde auch das Eisen nicht im geringsten mehr angreifen, als völlig reines Wasser; aber der Baryt entdeckt die Schwefelsäure, ist also für ihre

Anwesenheit höchst empfindlich, das Wasser braucht gar nicht sauer zu reagiren, im Gegentheil scheint es keine Spur von Säuren zu enthalten, und doch wird die Anwesenheit der Säuren so entdeckt.

Jede andere Säure kann auf ähnliche Weise gefunden werden. Die Salpetersäure entdeckt man durch die dunkle Färbung, welche Eisenvitriol darin hervorbringt; Salzsäure erkennt man an dem Niederschlag, welcher eine Auflösung von salpetersaurem Silber damit giebt (nämlich das unlösliche Horn- oder Chlorsilber, welches zuerst als Trübung der zu untersuchenden Flüssigkeit, dann als Niederschlag in derselben erscheint); das Jod und die Jodverbindungen verrathen sich durch die blaue Färbung, welche Stärkemehl davon annimmt; so sind alle anorganischen Körper zu entdecken, Blei und Arsenik selbst in den kleinsten Portionen durch Schwefelwasserstoffgas u. s. w.; die Kunst, welche diese Entdeckungen machen lehrt, heißt die analytische Chemie.

Ihr gegenüber könnte man die Synthesis, die synthetische Chemie stellen; wie jene zusammengesetzte Körper in einfache trennt, so vereinigt diese einfache Körper zu neuen mit anderen Eigenschaften als die einfachen waren, in zusammengesetzte — es ist die rückwärts gehende Operation.

Fig. 65.



Wenn man Zinnober mit Eisenfeile in einer Retorte vermischt und erhitzt, Fig. 65, so geht der Schwefel des Zinnobers an das Eisen, und das Quecksilber wird frei, wird abdestillirt: dieses ist in Beziehung auf den Zinnober ein analytisches Verfahren, man kann dabei, wenn man die Zusammensetzung des Zinnobers kennt, sehr genau zu Werke gehen und nur so viel von der zersetzenden Substanz anwenden, als gerade zur Ausscheidung des Quecksilbers nöthig, man wird dann auf 116 Gran Zinnober 18 Gran Eisenfeile nehmen, und nach der Operation wird man in der Vorlage genau 100 Gran Quecksilber und in der Retorte 44 Gran Schwefeleisen finden (das über der Vorlage stehende Gefäß dient nur, um stets Wasser auf die Vorlage träufeln zu lassen und sie auf diese Art kalt zu erhalten).

Kennt man die Zusammensetzung des Zinnobers nicht, man weiß nicht, wie viel Schwefel und Mercur er enthält, so nimmt man eine beliebige Menge Eisenfeile, z. B. 50 Gran zu 116 Gran Zinnober; nun wird die Operation wie vorher betrieben und in der Vorlage wird man nach der Beendigung wieder 100 Gran Quecksilber finden, die Retorte enthält aber

66 Gran eines Gemisches aus Eisen und Schwefeleisen — daraus wird man erfahren, daß im Zinnober 100 Gran Quecksilber waren, und da die 50 Gran Eisen sich um 16 Gran vermehrt haben, so wird dieses also der Antheil Schwefel sein, der im Zinnober war — dies ist ein analytisches Verfahren.

Wenn man umgekehrt 16 Theile Schwefel und 100 Theile Quecksilber zusammen reibt bis sie ein schwarzes Pulver bilden, dann aber dieses Pulver der Sublimation unterwirft, so wird man in dem Deckel des Sublimationsgefäßes eine strahlig gestaltete rothe Substanz, das Gefäß selbst aber wird man leer finden.

Das Product ist Zinnober und die Procedur nennt man eine synthetische.

Einen dieser beiden Wege schlägt die Chemie jederzeit ein, und sie sucht dabei entweder, wie in dem angeführten Beispiele, auf die ursprünglichsten Bestandtheile die Elemente, oder auf die näheren Bestandtheile zu kommen, d. h. auf diejenigen zusammengesetzten Körper, aus denen ein anderer Körper zusammengesetzt ist.

Das Erstere wird immer die wissenschaftliche Chemie erstreben, dieses wird auf Universitäten auch vorzugsweise von dem Chemiker gelehrt — das andere verlangt der Techniker. — Der Liqueurfabrikant will wissen, wie ist dieser Marasquino aus Zara zusammengesetzt. Der Buchbinder will wissen, wie ist dieser Kleister, der Schiffsbaumeister, wie ist dieser Marineleim zusammengesetzt. Sagt ihm der Chemiker, die Substanzen beständen aus so viel Procent Wasserstoff, so viel Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff, so hat er die Aufgabe der technischen Chemie gar nicht begriffen, daraus kann der Techniker und der geschickteste Chemiker selbst, keinen Leim und keinen Kleister machen. Der Eine will wissen, wie viel trocknes Stärkemehl und wie viel Leim, der Andere will wissen, wie viel Leim und wie viel Gummi elasticum, der Liqueurfabrikant will wissen, wie viel Weingeist, wie viel Wasser, wie viel Zucker und wie viel von den verschiedenen ätherischen Oelen darin vorhanden, vielleicht sogar, ob sie als Oele angewendet, oder ob sie aus Orangenschaalen und Pfirsichkernen ausgezogen sind.

Es kommt dem Gerichtsarzt auch nicht darauf an, wie viel von diesen Substanzen in dem Magen der Leiche eines muthmaßlich vergifteten Menschen gefunden worden sind, denn Kohlenstoff und Wasserstoff 2c. sind ihm keine Gifte, aber ob sich Essigsäure und Morphium, ob sich Nicotin oder Strychnin, oder ein anderes Pflanzengift findet, dies ist es, warum es sich handelt. Dem Techniker liegt nicht daran, die Elemente, sondern ihre Composition aufzufinden, womöglich das Geheimniß der Rum- oder Arrak-

Fabrication zu entdecken; zu erforschen, woraus diese oder jene wundervolle Farbe besteht, mit welcher das Seidenzeug so schön violett oder purpurroth gefärbt ist; was für Metalloxyde diese französische oder jene schlesische Fabrik zur Hervorbringung der prächtigen Fritten anwendet, mit denen die Krystallgläser in allen möglichen und unmöglichen Farben überfangen sind, und der Techniker kann nichts Besseres thun, als diesen Theil der analytischen Chemie selbst in die Hand zu nehmen, denn gerade darin ist der blos theoretische Chemiker wenig oder gar nicht geübt.

Um hierzu mit Leichtigkeit zu gelangen, müssen dem Chemiker eine Menge höchst wichtiger Vorkenntnisse zu Gebote stehen, er muß nach den Resultaten, die aus diesen Kenntnissen hervorgehen, nicht suchen dürfen, sie müssen ihm völlig geläufig sein, sie müssen ihm so auf der Hand liegen, daß er nur zugreifen darf, sicher, stets das im Augenblick ihm Nöthigste zu erlangen. Es muß ihm nicht nur geläufig sein, wie viel einfache Körper es giebt und was für Verbindungen sie mit einander eingehen, und wie Wärme, Licht und Electricität bei ihrer Vereinigung und Sonderung thätig sind; er muß auch wissen, was für Verbindungen wieder Verbindungen schließen, welche Kunstgriffe angewendet werden müssen, um diese Verbindungen in zweiter Reihe zu schließen oder zu trennen, kurz er muß das Gebiet der Verwandtschaften und Freundschaften beherrschen.

Verwandtschaft.

Wir haben bereits einige Beispiele einfacher Verbindungen angeführt, es darf wohl kaum wiederholt werden, daß es auch mehrfache Verbindungen giebt, daß sich zwar nicht alle Elemente mit allen anderen, daß sich aber sehr viele derselben mit vielen anderen vereinigen und daß sich dann zwei solche Verbindungen wieder zu einer dritten zusammen thun lassen; so können wir Calcium mit Chlor verbinden zu Chlorcalcium, so können wir Schwefel mit Calcium verbinden zu Schwefelcalcium, so Chlor mit Stickstoff zu Chlorstickstoff, einem der furchtbarsten Körper, viel schlimmer als Knallsilber und Knallgold, so Chlor mit Wasserstoff zu Chlorwasserstoff u. s. w.

Zwei Verbindungen aber können sich wieder mit einander vereinigen; so z. B. Sauerstoff und Calcium (Kalkerde) mit Sauerstoff und Kohle (Kohlensäure), woraus dann kohlensaurer Kalk wird.

Man kann solche Verbindungen auch wieder lösen, indem man die Kohlensäure verjagt. Kreide, Marmor, Muschelkalk, jeder gewöhnliche Kalkstein ist kohlensaurer Kalk; wenn man diesen lebhaft glüht, so wird

die Kohlensäure vertrieben, und es bleibt das mit Sauerstoff verbundene Calciummetall übrig, und diese Verbindung nennt man gewöhnlich gebrannten Kalk oder Aetzkalk.

Fig. 66.

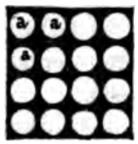


Fig. 67.



Fig. 68.



Wenn Körper sich auf die gedachte Art verbinden, so nennt man sie verwandt und man stellt sich ihre Vereinigung so vor, daß z. B. 16 Antheile Stickstoff a mit 16 Antheilen Sauerstoff b zusammengebracht, sich zu 32 Antheilen Stickstoffoxydgas ab, ab, ba ꝛc. vereinigen. Was hier als Kreise dargestellt ist, soll der Antheil mit der Umhüllung von Wärmestoff in kugeliger oder eigentlich in polyedrischer Gestalt sein (Kugeln, eigentliche Wärmesphären würden Zwischenräume lassen, die wir hier schwarz sehen, die aber bei einer regelmäßigen oder unregelmäßigen Vielflächigkeit, gänzlich wegfallen), bei dieser Verwandtschaft ergreifen aber nicht je zwei Antheile einander, zu einem größeren werdend, sondern alle Antheile verbinden sich mit allen zu einem homogenen Körper.

Es giebt aber unter den Körpern solche, die mit einander verwandt sind, in diesem Sinne eine Verbindung geschlossen haben, und die, wenn man sie zusammen bringt, ihre bisherigen Verbindungen aufgeben und übers Kreuz neue eingehen, dabei zwei Paare, die bei der Vereinigung zu vieren nicht eine Verbindung bilden, wie oben bei Kalk und Kohlensäure, zu kohlensaurem Kalk, sondern, die sich aus ihrer bisherigen Ehe scheiden und sich mit dem Gatten des anderen Paares trauen lassen und wieder gesonderte Paare bleiben.

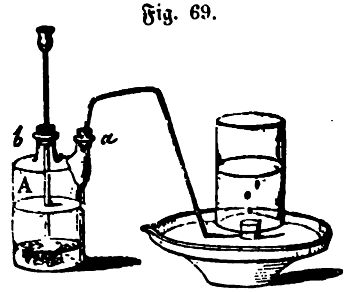
Das Glühen des Kalkes giebt ein bloßes Verjagen des einen Paares, man kann aber zwei von jenem Verjagen ganz verschiedene Prozesse einschlagen, bei denen zwar immer auch ein Verjagen, aber zugleich eine neue Verbindung des zurückbleibenden eintritt, bei deren anderer aber kein Glied der Verbindung verjagt wird, sondern beide Glieder mit anderen neue Verbindungen schließen. Calciumoxyd mit einem Oxyd der Kohle, oder Aetzkalk mit Kohlensäure, bilden kohlensauren Kalk. Setzt man dazu ein Oxyd des Schwefels, d. h. Schwefelsäure, so findet ein Akt der Gewalt statt, die Schwefelsäure ist viel stärker als die Kohlensäure; die erstere nimmt die letztere beim Kragen und wirft sie zum Hause hinaus und setzt sich selbst in den Besitz, aus welchem jene vertrieben ist, die Schwefelsäure verbindet

sich nach der Verjagung der Kohlensäure mit dem Kalk, und es entsteht aus dieser Gewaltthätigkeit schwefelsaurer Kalk, den man gewöhnlich Gyps nennt.

Ein anderes Beispiel wäre: es giebt eine Verbindung von Chlor und Wasserstoff, die man Salzsäure nennt. Bringt man zu dieser Eisen, so verjagt dieses sofort den Wasserstoff und es bildet sich Chloreisen.

Man benutzt diese Erscheinungen, um einen oder den anderen Körper darzustellen. Die technische Chemie verlangt eine Menge Kohlensäure in Gasgestalt, um sie zu künstlichen Mineralwassern zu verwenden, alsdann gießt man auf eine Quantität Marmor oder Kreide, welche in einer Flasche A enthalten ist, verdünnte Schwefelsäure durch die Oeffnung in der Mitte, in welcher ein Trichter mit langem Glasrohr steckt, damit man beliebig nachfüllen kann, wenn die Wirkung aufhört, läßt aber das sich entwickelnde Gas, welches eben die verjagte Kohlensäure ist, durch die zweite Oeffnung a derselben Flasche und durch ein gebogenes Rohr unter das in einer Schüssel enthaltene Wasser treten, um es von dort in einer Flasche aufzufangen.

Fig. 69.



Im Großen verfährt man natürlich in sofern anders, als man größere und stärkere Gefäße anwendet und vielleicht auch ausgiebigere Mittel, der Sinn und der Zweck des Experiments ist aber derselbe.

Nun wollen wir den zweiten Fall, den der Wahlverwandtschaft betrachten, wo nicht einer der Körper verjagt wird, sondern die beiden Paare sich trennen, um gegenseitig neue Verbindungen einzugehen.

Nimmt man die Oxydationsstufe des Eisens, welche man Oxydul nennt, und die aus einem Antheile Eisen und einem Antheile Sauerstoff besteht, und nimmt man nun Chlorwasserstoff, welcher genau ebenso zusammengesetzt ist, nämlich ein Antheil Chlor und ein Antheil Wasserstoff hat, so trennen sich beide Paare und verbinden sich übers Kreuz, das Eisen mit dem Chlor bildet das eine Paar, Chloreisen, der Sauerstoff des Oxydes mit dem Wasserstoff der Salzsäure bildet das andere Paar, Wasserstoffoxyd, d. h. Wasser.

Wollte man das Experiment mit Eisensuperoxyd statt mit Oxydul machen, so würde alles vorgehen wie oben beschrieben, allein es würden zwei Antheile Sauerstoff übrig bleiben und diese würden in Blasen aus der Verbindung entweichen.

Freiwillig treten zwei Elemente nicht leicht zu einem Körper zusammen,

es muß immer ein Umstand vorhanden sein, der eine solche Vereinigung bewerkstelligt. Sauerstoff, welcher uns zunächst liegt, weil er sich überall einzudrängen scheint, kann doch mit Kupfer, Messing, Eisen und vielen anderen Elementen zusammengebracht werden, ohne daß eine Spur von Oxydation wahrzunehmen ist. Der Verf. hat hier absichtlich nur unedle Metalle gewählt, weil die edlen an sich viel schwerer oxydiren; allein auch Eisen, so leicht oxydirbar, und Kupfer, so sehr dem Anlaufen (das ist eben Oxydiren) ausgesetzt, kann Tage, Monate lang im reinen Sauerstoffgas liegen, ohne etwas von seinem Glanz zu verlieren — sobald aber Feuchtigkeit oder Hitze dazu kommt, tritt eine Thätigkeit ein, welche die beiden Elemente einander nähert und sie veranlaßt einen neuen Körper zu bilden. Das Eisen rostet, das Kupfer vergrünspant im Wasser, das Eisen, das Messing oder das Kupfer läuft in der Hitze gelb, purpurroth, blau überaus prächtig und tief gefärbt an, so daß diese Farben auf dem an sich farblosen Eisen, wenn dasselbe recht rein polirt ist, so wunderschön erscheinen, daß der Maler in seinem ganzen Farbekasten vergeblich nach einem so glänzenden Purpurroth, nach einem so reinen und tiefen Veilchenblau sucht, wie dasjenige, welches durch die Wärme hier auf der polirten Fläche erzeugt wird — dasselbe gilt für Kupfer und Messing, nur ist da die Unterlage gefärbt, der rothe oder gelbe Untergrund gestattet dem Purpur, dem Blau, nicht in seiner vollkommenen Schönheit aufzutreten.

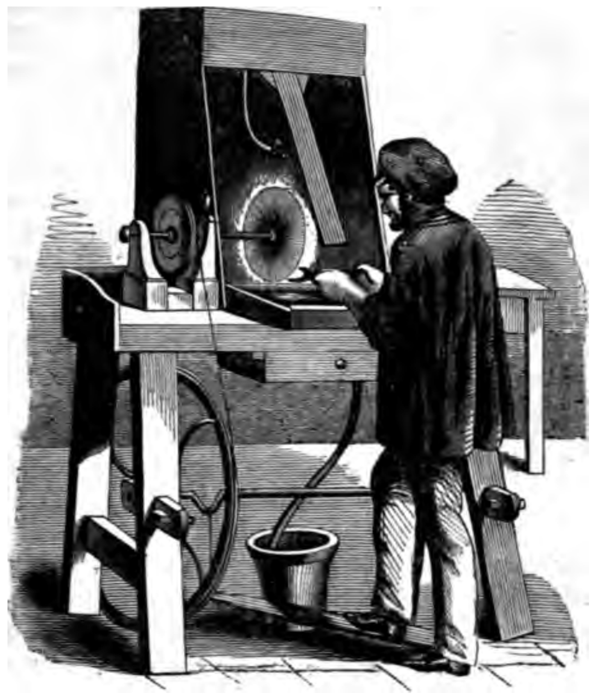
Was hier durch die Hitze nicht gebildet, sondern nur begünstigt wird, die Verbindung von Metall und Sauerstoff, ist so fest, daß sie nur durch mechanische Gewalt oder durch eine chemische Operation zerstört werden kann, und sie macht dem Gewerbtreibenden manche Mühe, eben weil sie so unwandelbar ist.

Hat eine solche Oxydschicht sich irgendwie, durch Zufall oder dadurch gebildet, daß man Theile eines Instruments erhitzen mußte und dadurch andere Theile mit warm wurden, welches nicht vermieden werden konnte, so muß man sie entweder mechanisch durch Reibung entfernen, wie der Arbeiter auf der Zeichnung, Fig. 70, es thut, oder, wie wir weiter unten sehen werden, durch eine neue chemische Operation.

Es ist hier eine Drehbank aufgestellt, welche statt des Futters, einen starken Stab auf ihrer Spindel und an seinem Ende eine kreisförmig gestaltete Bürste trägt, eine Scheibe mit starken Borsten auf der hohen Kante besetzt. Der Kasten, welcher darüber steht, dient dazu, das Wasser, welches aus seinem oberen Behälter durch ein Rohr mit einem Hahne auf die Bürsten träufelt, und welches beim Drehen der Bürste mit großer Gewalt umher geschleudert wird, aufzufangen, daß es nicht im Zimmer umher sprühe,

sondern in das untergestellte Gefäß und aus diesem durch ein Rohr in den Eimer unter der Drehbank laufe.

Fig. 70.



Je nach dem Material, welches man bearbeitet, bringt man auf die Kreisbürste Putzkalk oder Trippel, oder den noch viel schärferen Schmirgel, und so wird das Oxyd, der Rost, von den Metallen abgescheuert, durch mechanische Gewalt entfernt. Es kann aber wohl der Fall eintreten, daß man die Oberfläche nicht, wie hier immer geschieht, angreifen will, entweder weil man von dem edlen Metall, Gold, Silber, nichts verlieren will, oder weil man die bereits vollendete Form nicht verändert sehen mag, wie z. B. der Gelbgießer, der vielleicht unechte Schmucksachen, oder Verzierungen an Leuchtern, Kronen rc. gegossen hat nach sehr schönen Modellen, nun deren zarte, feine Narben durch die Bürste und den Schmirgel fortgeschliffen sehen und eine blanke Stelle finden würde, welche das Kunstwerk entstellen müßte.

Dann wendet er sich an den Chemiker, welcher ihn lehrt diese oder jene Säure anwenden, mittelst deren das Oxyd beseitigt werden kann. Wir sehen hier auf *Fig. 71* einen Arbeiter beschäftigt einen Löffel von der

Oxydschicht zu befreien, die von der Bearbeitung her an ihm haftet. Er hat eine Wanne vor sich, in welcher eine verdünnte Säure befindlich, in der einen Hand hat er das zu reinigende Metall, welches er auf die Leiste stützt, die quer durch die Wanne geht, in der anderen Hand hat er einen Borsten-, unter Umständen auch einen Drathpinsel, diesen taucht er in die Säure, und so naß überfährt er das verrostete oder angelaufene Metall. Nach dem vollständigen Reinigen wird es in reinem Wasser sorgfältig abgespült und in weichen, säurefreien Sägespänen getrocknet (nicht von Eichen-, sondern von Pappeln-, Linden-, Birken- oder Ahornholz).

Fig. 71.



Was bei der Oxydation stattfindet, daß die beiden Elemente sich nicht vereinigen ohne einen diese Vereinigung begünstigenden Umstand, das sehen wir bei tausend anderen chemischen Operationen wiederkehren.

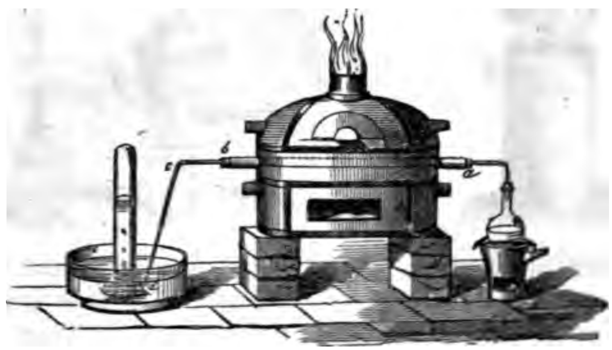
Salpetersäure ist eine Oxydationsstufe des Stickstoffes. Bringt man in diese Säure Silber, so, sagt der Techniker, löst sie dasselbe auf. Dies ist nun zwar nicht der Fall, sie oxydirt das Silber nur, aber auch dieses geschieht nur unter Umständen, welche die Oxydation begünstigen und da dieses Begünstigende in diesem speciellen Falle die Auflösung ist, so hat der Techniker zwar immer noch nicht Recht, aber er hat wenigstens den Anschein für sich.

Der Hergang ist folgender: Concentrirte Salpetersäure und Silber wirken so wenig auf einander, wie Sauerstoffgas und Eisen, sobald man aber die Salpetersäure verdünnt, Wasser zu derselben setzt, so kann dieses sofort das sich bei der Berührung der Säure mit dem Eisen bildende salpetersaure Silberoxyd auflösen, und nun geht die Handlung rasch von statten, es wird immerfort neues Oxyd gebildet und immerfort wird das soeben gebildete Salz von dem Wasser wieder fortgespült.

Noch viele andere Vorgänge stören den eigentlichen Theoretiker, indessen der Practiker die Sachen nimmt wie sie stehen, für das gewöhnliche Leben allerdings ausreichend, für die Wissenschaft jedoch keineswegs. Eine bekannte Thatsache ist, daß man sich Wasserstoff auch auf eine ganz von der oben angegebenen verschiedenen Art verschaffen kann. Man legt in ein

Flintenrohr Eisendrath zu einer Spirale zusammengedreht und bringt beides in einem Ofen zum Glühen. Das Rohr muß auf beiden Seiten aus dem Feuer hinaus ragen; an das eine Ende a bringt man mittelst eines Korkes ein Glasrohr, das aus einem Kolben kommt, in welchem Wasserdämpfe entwickelt werden, das andere Ende b wird mit einem Gasentwicklungsrohr cd verbunden, vermöge dessen man das Gas unter Wasser leiten und dort auf die natürliche Weise auffangen kann.

Fig. 72.



Es wird dies Experiment hier nicht angeführt, um zu lehren, wie man Wasserstoffgas bereitet, sondern um zu sagen, was bei dem Experiment vorgeht. Der Wasserdampf besteht aus einer chemischen Verbindung von einem Maaß Sauerstoff mit zwei Maaß Wasserstoff, welche sich bei der Vereinigung von drei Maaß auf zwei Maaß zusammen gezogen haben. Wasserstoff und Sauerstoff sind hier durchaus nicht in einer lockeren Verbindung wie z. B. Stickstoff und Sauerstoff der atmosphärischen Luft, sondern in einer Vereinigung, welche wirklich einen neuen Körper, Wasserdampf und bei Verringerung der Wärme gewöhnliches destillirtes Wasser bildet.

Dieser Wasserdampf wird über glühendes Eisen geleitet; sogleich wird derselbe in seine beiden Bestandtheile zerlegt, das Eisen verbindet sich sehr begierig mit dem Sauerstoff, [illegible] damit und zwar um so rascher, je reiner und glänzender es ist, der frei gewordene Wasserstoff aber entweicht durch das Rohr cd und kann dort aufgefangen werden.

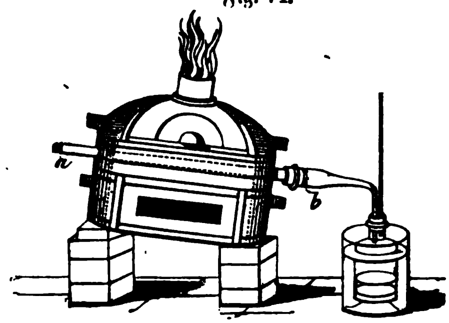
Ein Jeder wird hierin dasjenige erblicken, was man Wahlverwandtschaft nennt. Die Verbindung zwischen Sauerstoff und Wasserstoff ist vorhanden, die nachfolgende muß erst gebildet werden. Der Sauerstoff hat aber zu dem Eisen im glühenden Zustande eine viel größere Neigung, als zu seinem schwächlichen Gefährten, dem Wasserstoff, er verläßt denselben und wählt sich das Eisen, um sich mit diesem zu verbinden.

Was geschieht denn nun, wenn man den Prozeß umkehrt? wenn man die Spiritusflamme auslöscht, statt derselben aber eine erkältende Mischung unter den Kolben setzt, und wenn man durch das, im glühenden Zustande erhaltene Rohr, Fig. 74, das eben gewonnene Wasserstoffgas aus einem Gasbehälter, Fig. 73, zurück treibt?

Fig. 73.



Fig. 74.



Natürlich nichts weiter, als daß das Wasserstoffgas noch einmal den Weg, den es mit Sauerstoff vereint gemacht hat, nun allein zurücklegt, der Sauerstoff wurde ja von dem Wasserstoff nur in Folge seiner *stärkeren* Verwandtschaft zu dem Eisen geschieden.

So sagt die Theorie und man weiß nicht, was man anders denken soll! allein es geschieht das Gedachte keineswegs — der Wasserstoff, zurückstreichend über das glühende oxydirte Eisen, *desoxydirt* dasselbe, verbindet sich mit dem vorhin abgegebenen Sauerstoff zu Wasserdampf und verdichtet sich, in die kalt gehaltene Flasche tretend, zu Wasser, und hat man allen Wasserstoff des Weges zurückgeführt, so ist das oxydirte Eisen wieder zu metallischem Eisen geworden, wie es vorher war und es ist im Kolben so viel Wasser als vor Beginn der Operation darin enthalten war.

Was geht denn hier vor? eine der beiden Operationen kann man sehr gut aus der Affinität erklären, die andere gar nicht — *eine* der beiden Verwandtschaften *kann wohl stärker* sein als die andere, es können auch beide gleich stark sein — aber es kann *nicht jede* Verwandtschaft *stärker* sein als *die andere*, es kann unmöglich die Neigung des Sauerstoffes zum Wasserstoff größer sein als zum Eisen, sonst würde Eisen die vorhandene Verbindung nicht trennen — es kann aber ebenso wenig die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Eisen die stärkere sein, sonst konnte Wasserstoff diese Verbindung nicht trennen, und doch geschieht beides! wo bleibt nun das Gesetz, da unmöglich der Hans stärker sein kann als der Kunz, und zugleich der Kunz stärker als der Hans.

Es läßt sich deshalb auch keine Skala der Intensitäten aufstellen, nach

welcher sich die verschiedenen Körper mit einander verbinden; denn diese Kraft, mit der zwei Körper einander erfassen, kann durch Nebenumstände so modificirt werden, daß sie einmal außerordentlich groß und unbesiegbar, ein andermal viel schwächer und endlich so schwach erscheint, daß es kaum eines Anstoßes zur Lösung des Verhältnisses bedarf.

Eine Regel glaubt man allerdings gefunden zu haben, abgeleitet zu haben aus unzähligen Versuchen; diese nämlich, daß die Verbindungen zweier Elemente um so kräftiger sind, je einfacherer Art sie sind (also z. B. ein Antheil des einen, mit einem Antheile des anderen), daß umgekehrt diejenigen Körper, deren Zusammensetzung eine sehr vielfältig gegliederte und nicht eine einfache ist, sich sehr viel leichter zerlegen lassen.

Wenn demnach z. B. ein Element Sauerstoff vereinigt ist mit einem anderen Element in einem einfachen Verhältniß, so haftet er viel fester daran, als wenn er in einem Multiplum, in einem Vielfältigen gegenüber dem anderen Elemente vorkommt — in diesem letzteren Falle läßt er sich bei weitem leichter von seinem, mit ihm verbundenen Bruder trennen und es bleibt eine niedrigere Oxydationsstufe übrig. Es ist Manganmetall mit Sauerstoff verbunden zu Mangansuperoxyd, so läßt bei bloßem Erglühen in einer steinernen Retorte dieses Superoxyd, welches man Braunstein zu nennen pflegt, ein volles Drittheil seines Sauerstoffgehaltes fahren, und es bleibt eine Verbindung von Manganmetall und wenig Sauerstoff (Oxydul), mit Manganmetall und mehr Sauerstoff (Manganoxyd), welche zusammen Manganoxydoxydul heißt, zurück.

Allein, obschon man lange Zeit glaubte, da wirklich etwas gefunden zu haben, auf eine Grundlage gekommen zu sein, welche gestatte weiter fort zu bauen, so möge doch keiner meiner Leser nunmehr glauben, daß hier wirklich eine Regel, ein feststehendes Gesetz gefunden sei! Es ist häufig, so aber durchaus nicht überall. Z. B. es entspricht eine Oxydationsstufe des Quecksilbers, das bekannte rothe Quecksilberoxyd, auf das vollständigste jener einfachsten Art der Verbindung, deren wir oben gedacht haben, indem sie aus einem Antheile Quecksilber und einem Antheile Sauerstoff besteht. Doch hält diese Verbindung so wenig fest, daß sie durch die Flamme einer Spirituslampe getrennt werden kann — das rothe Quecksilberoxyd zerfällt bei derselben in Sauerstoff und Quecksilber bis auf das letzte Stäubchen, indeß jene viel complicirtere Verbindung des Mangans mit dem Sauerstoff der vollständigsten Glühhitze bedarf, damit eine Scheidung eintrete. — Auch dasjenige, was der Chemiker salpetersaures Kaliumoxyd, und was der Laie mit dem viel geläufigeren Namen Salpeter bezeichnet, von welchem seiner Zusammensetzung wegen noch eine viel leichtere Löslichkeit erwartet werden sollte, entspricht dieser Erwartung gar nicht,

es muß die stärkste Glühhitze, die Schmelzhitze angewendet werden, und die Zerlegung muß im stärksten Kohlenfeuer und in eisernen Retorten vorgenommen werden.

Wir sehen also, daß auch diese Angabe von der leichteren Löslichkeit vielgegliederter Verbindungen gegenüber den einfach gegliederten, gar nicht stichhaltig ist, und daß man überall die Erfahrung zu Rathe ziehen müsse, die Analogie aber nicht benutzen dürfe, um etwas Unbekanntes einzureihen, einem System anzupassen. Wahrscheinlich werden hierfür auch noch unumstößliche Gesetze gefunden werden, denn die Natur liebt es nicht willkürlich zu handeln, sie hält ihre selbst gegebenen Gesetze viel treuer als der Mensch die seinigen; wir werden im Verlauf dieser Blätter noch oft genug Proben davon haben, aber bis jetzt sind solche durchgreifende Regeln noch nicht gefunden.

Nach Allem, was wir bisher darüber gesagt, stellt sich die Chemie als eine weit in das Leben eingreifende Wissenschaft dar, welche die Aufgabe hat alle Körper, die ihr vorkommen, in ihre einfachsten Bestandtheile zu zerlegen, diese einfachsten Bestandtheile und ihre Eigenschaften kennen zu lehren, und aus diesen einfachsten, nicht mehr zerlegbaren Bestandtheilen wieder jene Körper zusammen zu setzen, aus denen sie abgeleitet, aus denen sie gezogen worden.

Zu diesem ideellen Standpunkt hat sie indessen leider sich noch nicht erhoben. Die Körperwelt zerfällt in eine todte und in eine lebende; Alles, was der todten, anorganischen Natur angehört, kann, so weit es zusammensetzbar ist, der Mensch herstellen — die Körper der anderen Abtheilung, die lebenden oder lebend gewesenen, die organischen Körper kann man wohl zerlegen, aber nicht zusammensetzen und hieran sind bis jetzt alle Versuche gescheitert; wenn wir jedoch dieses Feld ausschließen, so ist die oben gegebene Definition eine ganz richtige und möglichst weit umfassende.

Es ist gelungen alle bekannten Körper, so weit sie nicht einfache sind wie die Metalle, wie einzelne Gasarten, wie Schwefel, Phosphor &c. zu zerlegen und die Bestandtheile und die Verhältnisse, in denen diese Bestandtheile zusammen kommen, festzustellen. Diese Bestandtheile nennt man Elemente, Eisen also, Gold, Schwefel, Kohle, welche sich nicht weiter zerlegen lassen, sind Elemente.

Dies ist freilich etwas ganz anderes, als man sonst von den Elementen wußte. — Die Metalle zählte man vor allen Dingen nicht dazu, denn man glaubte sie ja machen, veredeln, ihre Eigenschaften, ihren Werth erhöhen zu können; man nannte das Silber veredeltes Quecksilber, man nannte das Gold veredeltes Kupfer — richtiger wäre es gewesen, wenn man es veredeltes Platin genannt hätte, denn damit dieses Gold sei, braucht

es nur noch die Farbe zu haben; Schwere, Dehnbarkeit, Widerstandsfähigkeit gegen die Säuren, Unverbrennlichkeit ꝛc. sind darin vorhanden, wie im Golde.

Die Begriffe von den Elementen, wie man sie jetzt hat, gehören ganz der neuesten Zeit, eigentlich ganz diesem Jahrhundert an. 1787 wußte der würdige, gründlich gelehrte Gehler noch nichts Besseres darüber zu sagen und 1796, als der Registerband über das ganze physikalische Wörterbuch, und die indessen nöthig gewordenen Supplemente geschlossen wurde, noch nichts Besseres hinzuzufügen, als wir bei ihm auf S. 833 des ersten Bandes finden.

„Selbst Macquer sagt noch: daß man die vier Stoffe, Feuer, Wasser, Luft und Erde als einfache Körper betrachten müsse, weil sie in allen Operationen der Chemie als solche wirkten und die Erfahrung uns nicht belehre, daß sie zusammengesetzt seien. „In der That," sagt Gehler, „gehören auch ganz reine Erde und ganz reines Wasser gewiß zu den für uns, und für die chemische Kunst unzerleglichen Grundstoffen, auch dürfte nicht leicht Jemand das reine Elementarfeuer" (also auch dieses spukt noch in dem Kopfe eines so großen, gründlichen Gelehrten, so tiefen Denkers und Forschers, wie Gehler sich uns auf jeder Seite seines trefflichen Werkes kund giebt, das für die damalige Zeit einen bei weitem höheren Standpunkt einnimmt als das Riesenwerk der sechs Gelehrten, das denselben Namen trägt, 20 Bände umfaßt und 20 Jahre zu seiner Ausführung brauchte — für die Zeit, der es angehört), „wenn er anders von dem Dasein desselben überzeugt ist, aus der Zahl der einfachen Grundstoffe ausschließen. Was aber die Luft betrifft, so haben neuere Entdeckungen den Begriff, den man sich ehedem von ihr machte, sehr verändert." (Es begann zu tagen.)

„Man muß jetzt den Namen Luft, oder wenn man lieber will, Gas als eine allgemeine Benennung vieler, sehr wesentlich verschiedener Stoffe ansehen, welche nichts weiter als Flüssigkeit, Elasticität und die Eigenschaft, durch die Kälte nicht verdichtet zu werden, mit einander gemein haben. Die atmosphärische Luft, die man sonst zu den Elementen rechnete, ist keinesweges einfach, und wenn es eine einfache Elementarluft giebt, so ist uns doch von ihr und ihren Eigenschaften bisher noch sehr wenig bekannt." (Dies ist unzweifelhaft eine Anspielung auf die, damals noch kaum recht an das Licht getretene Entdeckung Scheele's und Priestley's.)

„Außerdem giebt es aber noch mehrere, theils durch Erfahrungen bekannte, theils hypothetisch angenommene Stoffe, die für uns ebenso unzerleglich und einfach als die erwähnten aristotelischen Elemente sind; dahin gehören das Phlogiston, welches die Chemiker schon längst unter allerlei

Namen als ein Element betrachtet haben, die Salze, die Lichtmaterie, der Aether — alles Stoffe, deren inneres Wesen noch nicht ergründet ist, unter denen aber mehrere auf den Namen Elemente, gewiß eben so viele Ansprüche haben als Feuer, Wasser und Erde machen können.“ (In diesen Worten liegt etwas wahrhaft Divinatorisches — es ist wirklich so, wie jener Mann es vor beinahe 80 Jahren schrieb. Die Salze haben wirklich ebenso gut und mit demselben Rechte Anspruch auf den Namen Element, wie das Wasser oder die Erden ꝛc.)

„Ueberhaupt wird jeder Kenner der Naturlehre und Chemie gestehen, daß man die Lust, etwas von den Elementen zu sagen, immer mehr verliert, je weiter einer in der Kenntniß dieser Wissenschaften fortschreitet. „„Wenn wir aufrichtig sein wollen,““ sagt Herr Leonhardi, „„so müssen wir gestehen, daß wir weder die Anzahl noch die Namen der echten Elemente auf eine unzweifelhafte Art angeben können. Diejenigen, die sie aus bloßen Vernunftschlüssen darthun wollen, oder sich und andere überreden, sie könnten Zahl und Art derselben bestimmen, mögen zusehen, wie sie die Sache beweisen und ob sie nicht durch ein solches Vorgeben dem Ansehen und Wachsthum der Chemie mehr hinderlich als förderlich sind. Diejenigen aber, welche sie aus Erfahrung zu kennen vorgeben, mögen erwägen, ob nicht andere eben so unzerlegbare Substanzen als diejenigen, die sie Elemente nennen, diesen Namen mit gleichem Rechte verdienen.““

So stand die Sache damals — wie stand sie denn 22 Jahre später? Im Jahre 1808 übersetzte der fleißige, gründliche Hermbstädt, der Gelehrte, welchem Preußen und nach ihm Deutschland die ganze riesige Entwicklung seiner Industrie verdankt — „Chaptals Chemie in ihrer Anwendung auf Künste und Gewerbe“ — und er machte bei Gelegenheit einer Erklärung über Affinität zwischen einfachen Körpern folgende Anmerkung, die er mit seinem Namen, Hermbstädt unterzeichnet.

„Man nimmt das Wort einfach in der Chemie gemeiniglich nur in der Bedeutung, wenn ein Körper oder ein Element desselben nicht in sinnlich wahrnehmbare, heterogene Theile zergliedert werden kann. Die Natur bietet uns indessen nie etwas Einfaches dar, sondern alles, was wir sinnlich wahrnehmen können, ist schon gemischt. Dies folgt aus dem Gesetz der allgemeinen und ewig wirksamen Anziehung in der Natur, durch welche alle Wesen ein stetes Bestreben nach Verbindung ausüben und hierdurch gleichsam an den Erdball gefesselt sind. Etwas Einfaches, im strengeren Sinne des Wortes, würde ein Wesen sein, das nicht von der Affinität afficirt wird, und ein solches kann im Weltraum nicht als existirend gedacht werden. Da wir also nicht im Stande sind ein einfaches Wesen sinnlich wahrzunehmen, so bleibt uns nichts übrig als das Dasein des Einfachen

aus seinen Produkten mit einem anderen Einfachen zu beurtheilen. Jenes ewige Bestreben nach Mischung und wechselseitiger Anziehung zwischen allen Wesen in der Natur, enthält ohnstreitig auch den zureichenden Grund davon, daß keine Entmischung eines gemischten Körpers so vollkommen sein kann, daß nicht der ausgeschiedene Theil auf's Neue ein Bestreben nach Mischung mit dem erzeugten Produkte äußern sollte, welches die vollkommene und unbedingte Absonderung desselben erschwert."

Etwas später macht derselbe Gelehrte eine berichtigende Bemerkung über eine Lehre des Chaptal'schen Buches, welche den Stand des Wissens jener uns näheren Zeit noch besser characterisirt. Chaptal sagt: die einfacheren Substanzen, wie einige Erden, die Metalle, der Schwefel, der Phosphor, die Harze und überhaupt alle diejenigen Körper, welche nicht im Wasser lösbar sind, krystallisiren, ohne etwas von ihrem Lösungsmittel zurück zu behalten, dagegen andere zusammengesetztere Substanzen vorher in einem flüssigen Mittel gelöst sein müssen, um die nothwendige Portion desselben zur Formation ihrer Krystalle aufnehmen zu können.

Hermbstädt macht hierzu folgende Bemerkung:

„Aetzendes Kali, ätzendes Natron, so wie Kalk, Baryt und Strontian sind unstreitig nicht weniger einfach als die, vom Verf. (Chaptal) genannten Substanzen (Metalle, Harze, diese letzteren erkennt also auch Hermbstädt für einfache Körper) und dennoch nehmen sie krystallinische Formen an." (Was Harze übrigens keineswegs thun.)

Wir sehen hier eine Befangenheit in der Ansicht über die Einfachheit der Erden und Alkalien, die um so auffallender ist, als Davy damals schon die Zerlegung derselben, so wie Nicholson vor ihm die des Wassers, durch den elektrischen Strom gefunden hatte. Allerdings begannen jetzt die Begriffe aufgehellter zu werden, und zehn Jahre später wußte man, daß die Alkalien so gut wie die Erden, Sauerstoffverbindungen verschiedener Metalle seien, daß also Kalk ein Rost des Calciummetalles ist, wie Rost ein Kalk des Eisens; man nannte die Oxyde auch noch Metallkalke, aber im Jahre 1825 hatte Berzelius doch bereits 55 Elemente aufgestellt, welche zwar durch ihn selbst und seine Nachfolger bis auf 65 vermehrt worden sind, von denen jedoch bis jetzt keiner aus der Reihe, die er aufgestellt hat, geschieden ist, und dies allein beweist schon, welche bedeutende Stelle in der Wissenschaft Berzelius einnimmt.

Fünf und sechszig Elemente! wie heißen sie? wie theilt man sie ein? Um das Letztere zuerst zu beantworten, so theilt man sie ein in Metalle und in das Gegentheil davon, d. h. nach geordneten Begriffen in Metalle und Nichtmetalle.

Die Nichtmetalle sind dreizehn, und sie heißen: Sauerstoff, Wasserstoff,

Stickstoff, Kohlenstoff (eine Gruppe, die in der ganzen organischen Natur immerfort wiederkehrt, vereint zu Zweien, Dreien oder Vieren, worin ein anderes Element nur als Nebenbestandtheil, ja wohl nur als zufälliger Nebenbestandtheil angesehen werden kann), ferner Schwefel, Chlor, Jod, Brom, Fluor, Bor, Phosphor, Kiesel und Selen.

Die meisten dieser Nichtmetalle gehen mit den folgenden ein und fünfzig Metallen Verbindungen zu neuen Körpern ein, ebenso verbinden jene dreizehn sich unter einander zu neuen, von den vorigen ganz verschiedenen Körpern. Die Metalle aber unter sich können wohl gemengt, zu Legirungen vereinigt, nie aber so gemischt werden, daß sie einen neuen, chemisch von dem anderen verschiedenen Körper bilden.

Es ist z. B. Jedermann bekannt, daß man Silber mit Kupfer versetzt, Gold mit Kupfer oder Silber versetzt, theils um silberne und goldene Gegenstände durch die Beimengung eines unedleren Metalles wohlfeiler herstellen zu können, theils um Silber und Gold, welche im ganz reinen Zustande zu weich sind, etwas härter, für die Bearbeitung geeigneter zu machen. Dadurch aber verliert das Gold vorzugsweise — indessen auch das Silber — einen Theil seines schönen Ansehens, seiner Farbe; und Schmucksachen oder Tafelgeschirre von solchen Legirungen sind bei Gold statt gelb, kupferroth, bei Silber statt weiß, röthlich.

Nun kommt der Chemiker und sagt — da kann man helfen — die beiden Metalle, welche man hier vereinigt hat, befinden sich nicht in einer chemischen Mischung, sie sind kein neuer Körper geworden, sie sind beide neben einander in dem silbernen Teller, in dem goldnen Armband enthalten; diese Metalle aber sind durch verschiedene Säuren auflöslich und auf solche Weise kann man sie also trennen. Der Techniker nennt diese Operation sieden, färben, es ist jedoch nichts als ein Entfernen des beigemengten schlechteren Metalles aus der Oberfläche des so weit fertigen Stückes.

Silber und Kupfer bilden eine Legirung, welche man „löthig" nennt, nach der Eintheilung des Silbers in Lothe, deren 16 auf eine Mark gehen. Hat man 16 Loth ganz reines Silber, so hat man „eine Mark fein". Hat man aber in den 16 Loth nur 14 Loth Silber und 2 Loth Kupfer, oder 12 Loth Silber und 4 Loth Kupfer, so heißt dieses Silber 14löthig, 12löthig.

Das preußische grobe Courant hat 14 Thaler auf eine feine Mark, ein Thaler wiegt 1½ Loth, in diesen 21 Loth sind also 16 Loth des feinsten Silbers enthalten; da 14 Thaler gleich 21 Gulden sind, so nennt man ihn den 14 Thalerfuß oder den 21 Guldenfuß. Dieses Silber soll 12löthig sein, allein es ist besser, da sich nämlich 21 Loth zu 16 Loth verhalten wie

eine Mark, d. h. 16 Loth zu $12^{4}/_{21}$ oder $12^{1}/_{5}$ und etwas darüber, so ist in jeder Mark $^{1}/_{5}$ Loth des feinsten Silbers mehr als angegeben ist; dies hat zur Folge, daß die preußischen Thaler in den Süddeutschen und Rheinischen Staaten, wo man nach dem 21 Guldenfuß rechnet, mehr gelten, als wofür sie ausgeprägt worden sind, nämlich statt 1 Gulden 43 Kreuzer gelten sie 1 Gulden 45 Kreuzer.

Dieses 12löthige Silber soll ferner haben 12 Loth Silber und 4 Loth Kupfer auf die Mark, so will man es verarbeiten: auf der Oberfläche des fertigen Stückes soll das Silber aber aussehen, als wäre es 16löthig, deshalb siedet man es, d. h. man bringt es in eine Säure, welche das Kupfer auflöst, aber das Silber nicht. Dies ist die Schwefelsäure, welche verdünnt und kochend angewendet wird, um das Kupfer von der Oberfläche des silbernen Tellers, des Leuchters, der Sahnenkanne rc. zu entfernen. Ist dieses bis zu dem verlangten Grade geschehen, so wird der ferneren Auflösung Einhalt gethan und dem Silber nun die nöthige Politur durch Festdrücken der Oberfläche gegeben. (Weiche Substanzen polirt man durch den Druck eines polirten Körpers, Achat, Blutstein — harte Substanzen, wie Blutstein, Achat und alle Edelsteine, Glas, Stahl rc. polirt man durch Reibung mit noch härteren Körpern, Schmirgel, Diamantstaub, rothem Eisenoxyd und Aehnlichem.)

Ganz auf gleiche Weise verfährt man mit dem Golde. Dieses heißt „karätig", weil für das Gold die Mark nicht in Lothe, sondern in Karate getheilt wird, deren 24 auf die Mark gehen. 12karätiges Gold heißt also solches, das in der Mark 12 Karat Gold und 12 Karat Kupfer oder Silber hat; ebenso giebt es 14karätiges, 18karätiges Gold, und das ganz reine, weichste Gold soll gar keine Beimischung haben, dann heißt es 24karätig; ein solches aber giebt es kaum in dem Cabinet des Chemikers, das feinste Dukatengold hat noch $^{1}/_{2}$ Karat eines fremden Metalles.

Je nachdem zu der Legirung Kupfer oder Silber genommen ist, heißt sie die rothe oder die weiße Legirung; in beiden Fällen aber will man das beigemengte Metall von dem Golde geschieden wissen, und siedet es deshalb in einer Säure, welche Kupfer oder Silber auflöst, Gold aber nicht. Dies geschieht mit der Salpetersäure, welche in ihrem verdünnten Zustande deshalb auch Scheidewasser heißt. Diese Säure löst Kupfer und Silber auf, Gold aber nicht; darum wird die Oberfläche von den beiden Metallen befreit und das reine Gold bleibt zurück, welches nun auch durch Druck polirt, oder ohne einen solchen matt gelassen, nicht glänzend gemacht wird, aber jedenfalls reines Gold enthält.

Man trennt auf diese Weise alle Legirungen von edlen und unedlen Metallen und es ist kein Betrug mit einer Beimengung von Kupfer zu

Silber, von Silber zu Gold möglich, weil die scheidende Säure diesen Betrug entdeckt — mit Platin könnte man allerdings Gold versetzen, denn dieses ist wie das Gold nur in der Mischung aus Salpeter- und Salzsäure löslich, welche man Königswasser nennt; allein Platin schmilzt mit dem Golde nicht zusammen, wenigstens sind unsere Schmelzmittel nicht ausgiebig genug, die Knallgasflamme ist nicht groß genug.

Aber auch die mit dem Platin, durch einen uns bekannten Prozeß der Natur selbst, vorgenommenen Legirungen von edlen Metallen, Osmium, Iridium, Palladium, Rhodium und Ruthenium, können durch Säuren getrennt werden, woraus sich recht deutlich und sicher ergiebt, daß es nicht solche Mischungen sind, wie die Chemie sie verlangt, wenn sie ihnen den Titel neuer, durch die Mischung hervorgebrachter Körper beilegen soll, sondern daß es bloße Mengungen sind.

Die Metalle nun, welche hier genannt werden sollen, sind dem Laien in der Chemie nur zum Theile bekannt, von vielen wird derselbe kaum den Namen einmal gehört haben, von den meisten weiß er nicht, daß sie Metalle sind, weiß er nicht einmal, daß solche Körper existiren.

Die uns gewöhnlichen und bekannten heißen Blei, Kupfer, Zink, Nickel, Kobalt, Eisen, Zinn, Wismuth, Antimon, Quecksilber, Silber, Gold, Platin; die selten genannten Metalle sind: Palladium, Iridium, Rhodium, Osmium und Ruthenium, alle fünf mit dem Platin legirt; ferner: Arsen, Tellur, Molybdän, Vanadium, Wolfram, Aluminium, Pelopium, Niobium, Tantal, Titan und Cadmium; die folgenden aber kennt der Nichtchemiker nicht einmal dem Namen nach, wie: Aridium, Didym, Lanthan, Chrom, Uran, Mangan, Cer oder Cerium, Donarium, Terbium, Erbium, Yttrium, Thorium, Norium, Zirconium, Ilmenium, Beryllium, Magnesium, Calcium, Strontium, Barium, Lithium, Natrium und Kalium.

Der letztgenannte Name führt vielleicht einige unserer Leser auf das Wort Kali, und er hat ganz Recht diese beiden Worte mit einander zu verbinden; Kalium ist ein Metall, Kali eine Verbindung dieses Metalles mit dem Sauerstoff, so kann der Leser weiter zurückgehen bis zum Calcium, Thorium, Yttrium ꝛc.; diese alle sind die Metalle, welche im gediegenen Zustande niemals, wohl aber mit Sauerstoff verbunden als Alkalien oder Erden vorkommen, wie Natrium mit Sauerstoff zu dem Alkali Natron, wie Calcium, Beryllium, Zirconium zu Kalkerde, Beryllerde, Zirconerde ꝛc. man nennt sie deshalb auch die alkalischen Metalle, man nennt sie die leichten Metalle, weil sie viel leichter als alle anderen Metalle sind, zum Theil sogar auf dem Wasser schwimmen. Metalle aber sind sie alle 53, wenn schon sie sehr verschiedene Eigenschaften haben, indessen dieses ist ja auch mit den uns längst bekannten Metallen der Fall, Gold ist gelb, Silber

ist weiß, Eisen ist grau, Eisen kann man warm, glühend schmieden, Gold und Silber nicht — Eisen wird von allen möglichen Säuren, ja von der feuchten Hand und von reinem Wasser angegriffen, in einen oxydirten Zustand versetzt, Silber von sehr wenigen, Gold nur von einer einzigen Säure; Blei ist äußerst leicht schmelzbar, Quecksilber ist in gewöhnlichen Temperaturen immer geschmolzen — wir erleben wenigstens, wenn wir nicht nach Nord-Asien wandern, keine Temperatur, bei welcher Quecksilber fest, erstarrt, hämmerbar wäre — Platin dagegen schmilzt gar nicht, wenn es nicht im elektrischen Strome oder im Knallgasgebläse geschieht. Das Gold ist 20mal, das Platin 21mal, Iridium 22½mal so schwer als Wasser, indeß „das schwere Blei" nur 11½mal, Zink nur 7½mal so schwer als Wasser ist.

Hier liegen so viele Unähnlichkeiten neben einander, daß es auf ein Paar mehr oder weniger gar nicht ankommt — umgekehrt haben die Metalle wieder im Allgemeinen so viel Characteristisches unter einander gemein, daß man wohl eine zusammenhängende Gruppe aus ihnen zu bilden berechtigt ist, sie sind unter andern sämmtlich (ein Einziges, das Quecksilber, ausgenommen) bei gewöhnlichen Temperaturen fest, starr; sie sind sämmtlich schmelzbar bei erhöheter Temperatur; sie haben sämmtlich in ihrem Aussehen, trotz der Verschiedenheit der Farbe, doch eine Aehnlichkeit oder Uebereinstimmung unter einander in dem Glanze, der von seiner characteristischen Eigenthümlichkeit „Metallglanz" heißt. Dies hat veranlaßt, daß man die Gruppe von sieben Metallen, welche im Alterthume allein bekannt waren, vermehrte, wie nach und nach die anderen Körper bekannt wurden, welche die Eigenschaften besaßen, die hier so eben angeführt wurden, wenn sie auch in anderen Dingen von jenen sieben abwichen.

Diese alten Metalle hießen: Gold, Silber, Quecksilber, Kupfer, Blei, Zinn und zuletzt Eisen. Die ersten drei kommen gediegen vor, die andern drei sind aus ihren Erzen leicht, meistens durch bloße Erhitzung abzuscheiden; um das Eisen zu gewinnen, muß man schon in der Technik weit vorgeschritten sein, daher man sogar die Waffen lange Zeit von Erz, einer Verbindung aus Kupfer und Zinn, machte.

Die Metalle haben noch zwei Eigenschaften gemein, welche sie sehr deutlich von den zuerst genannten 13 einfachen Körpern unterscheiden, sie leiten nämlich die Wärme und die Electricität auffallend besser als die ersteren. Wenn man ein Stück Eisen von zwei Zoll Länge an einem Ende glühend macht, so kann kein Mensch dasselbe am anderen Ende anfassen, denn die vorn erregte oder mitgetheilte Wärme wird auf die andere Seite durch das Metall hindurch geleitet — ein Stück Kohle dagegen, ein Stück Kiesel, kann man hier glühend machen und dort ohne Schaden anfassen.

Die Electricität ferner leiten die Metalle gleichfalls und zwar mit der Schnelligkeit des Blitzes, welche zum Mindesten eine Million mal schneller ist als die Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde (die Erde dreht sich in 86400 Secunden, d. h. in 24 Stunden einmal um ihre Axe, der Aequator legt also durch diese Axendrehung einen Weg von 5400 Meilen in 24 Stunden zurück, die Electricität legt in einer Secunde zum Allermindesten 60000 Meilen zurück, dies macht, auf gleiche Zeiten reducirt, für die Electricität 60000 Meilen, für die Erde 1500 Fuß oder 1/16 Meilen, was nahezu obige Zahl giebt, nämlich nicht voll eine Million, doch aber 960000 mal so viel als 1500 Fuß betragen).

So schnell leiten die Metalle die Electricität, während die dreizehn Körper der Gruppe von Nichtmetallen die Electricität so wenig leiten, daß man sie Nichtleiter zu nennen pflegt.

Wer mit der Physik sich vertraut glaubt ohne es zu sein, wird sagen: Hier hat der Herr Verf. einen tüchtigen Bock geschossen, er oder derjenige, von dem er ohne Kritik abgeschrieben hat! Kohlenstoff leitet ja die Electricität am allerbesten, deshalb ist Kohle ja so vortrefflich zu verschiedenen electrischen Apparaten (Bunsen'sche Batterie — Körper zur Schließung des electrischen Stromes, Kohlenspitzenlicht ꝛc.) zu brauchen.

Nicht doch, geehrter Leser! Die Kohle wohl, aber nicht der Kohlenstoff. Kohle finden wir recht gut, ziemlich rein, in dem Coaks, in gut ausgebrannter dichter Kohle von Buchsbaum ꝛc., aber Kohlenstoff finden wir rein nur im wasserhellen Diamant, und dieser leitet die Electricität nicht, sondern er ist der vollkommenste Isolator, den wir kennen.

Was diesen merkwürdigen Unterschied bedingt — ob es die Asche sei und die in derselben verborgenen Metalle, welche so gut leiten — wissen wir nicht; die Thatsache steht jedoch fest wie gemauert — daß Kohlenstoff isolirt, Kohle aber leitet und dies ist eine Eigenschaft, welche die Metalle sämmtlich theilen, indeß die Nichtmetalle sie wirklich nicht haben.

Es ist bereits bemerkt worden, daß die Metalle sich unter einander verbinden, aber nicht zu neuen Körpern, sondern nur zu Mengungen, wie Talg und Wachs, welche man zusammensetzt, wie Wasser und Oel, welche man mit Behutsamkeit verfahrend zu einer Emulsion machen kann, in welcher Wasser und Oel dergestalt fein vertheilt sind, daß sie einen neuen Körper zu bilden scheinen, doch so wenig wirklich einen homogenen Körper ausmachen, daß man schon mittelst eines mäßig guten Mikroskops die Wasser- und Oelkügelchen neben einander erblicken kann, und daß eine geringe Temperaturerhöhung sie, die beiden Körper, vollständig von einander trennt, wie Blei vom Kupfer. Vergl. S. 35ff.

Ganz anders ist es mit diesen dreizehn Körpern, unter sich sowohl,

als wenn sie in Verbindung mit den übrigen Elementen, den Metallen, gebracht werden — dann gerade entstehen neue Körper. Die Metalle mit dem Sauerstoff geben Oxyde, Säuren und Erze; mit dem Schwefel, mit dem Selen geben sie nach diesen Körpern benannte Verbindungen, dasselbe gilt für Phosphor, Bor, Kohle — mit dem Chlor, Brom und Jod entstehen die Verbindungen, welche man Chlorüre, Jodüre, Bromüre nennt. — Aus Wasserstoff und Sauerstoff entsteht vor allem Wasser und wenn dieses sich mit den Metalloxyden verbindet, entstehen die Hydrate; der Stickstoff bedingt die gefährlichen Knallpräparate — der Kiesel bedingt die vielen verschiedenen glasartigen Verbindungen — kurz, immer entstehen neue Körper, welche in ihren Eigenschaften auf das Auffallendste abweichen von den Eigenschaften, welche diese Elemente einzeln und für sich haben.

Wir haben bereits ein Beispiel an der Verbindung von Schwefel und Quecksilber kennen gelernt und erfahren, daß 100 Theile Quecksilber und 16 Th. Schwefel keinen Zinnober geben, wenn man beide Substanzen auch Monate lang mit einander verreiben wollte — daß man durch das Mikroskop sehend immer den Schwefel neben dem Quecksilber, abgesondert von demselben, finden wird; wir haben aber auch erfahren, daß Erhitzung des Gemisches bis zur trocknen Destillation (Sublimation) nunmehr dasjenige giebt, was man Zinnober nennt.

Ein anderes Beispiel möge uns der Schwefel und das Eisen geben. Nimmt man von dem letzteren sieben Theile in möglichst fein vertheiltem Zustande, also z. B. recht feine Eisenfeile, und thut man hierzu vier Theile pulverisirten Schwefel, womit man jenes Eisen zusammenreibt, so wird doch immer kein Schwefeleisen entstehen, und schüttet man die so zusammengeriebene Mengung in Wasser, so sondert sich alsbald das schwerere Metall von dem leichteren Schwefel — jenes fällt sogleich zu Boden, der Schwefel bildet später einen feinen weißen Ueberzug darüber.

Wenn man aber die trockne Mengung von Schwefel und Eisen in einem kleinen Glaskolben über einer Lampe erwärmt, so wird man sehr bald eine chemische Action eintreten sehen — das Gemenge fängt an zu glühen mit einer Temperatur, welche unmöglich von der schwachen Lampe herrühren kann; sehr schnell verbreitet sich das Glühen durch die ganze Masse und nun ist Schwefeleisen entstanden.

Dies ist ein neuer Körper, der in jeder seiner Eigenschaften von den beiden Körpern, die ihn bilden, verschieden ist. Gießt man auf das pulverisirte Gemenge, aus Schwefel und Eisen, Schwefelalkohol (Schwefelkohlenstoff), so löst dieser den Schwefel auf und läßt das Eisen liegen, gießt man dagegen auf eben dieses Gemenge Salzsäure, so löst diese das Eisen auf und läßt den Schwefel liegen.

Ganz anders ist es geworden, wenn diese beiden Körper durch die Erwärmung in Glühen gerathen und zu einer neuen Substanz geworden sind — nun unterscheidet das Mikroskop nicht mehr Eisen und Schwefel, nun trennt man die beiden Körper nicht mehr durch Schlemmen von einander, Wasser läßt nicht das Eisen früher zu Boden sinken als den leichteren Schwefel, und pulverisirt man dieses Schwefeleisen und wirft man es in Wasser, so sinkt alles zu Boden, nichts früher und nichts später — Schwefelalkohol, Terpentin, Aether haben keine Wirkung darauf wie früher, dagegen löst die Salzsäure nicht mehr blos das Eisen, sondern den ganzen neuen Körper, Schwefeleisen, auf und es entweicht bei der Auflösung eine Luftart, die ganz abscheulich nach verfaulten Eiern riecht (durch welche sie eben auch entwickelt wird), das höchst giftige Schwefelwasserstoffgas, welches bei der Verwesung des Eies gerade so zum Vorschein kommt, wie bei der Auflösung von Schwefeleisen.

Noch ein wesentlicher Unterschied zwischen dieser Bildung eines dritten Körpers aus zweien anderen von der Mengung zweier Körper zu einem dritten, liegt darin, daß die Vereinigung im ersten Beispiel nur in ganz bestimmten Verhältnissen geschieht (z. B. 7 Theile Eisen und 4 Th. Schwefel — niemals 8 Th. Eisen und 4 Th. Schwefel oder 5 Th. Schwefel und 7 oder 6 oder 5 Th. Eisen, sondern genau nur 7 und 4 oder 14 und 8, welches aber ganz dasselbe ist wie 7 und 4).

Nicht so mit der Mengung zweier Metalle zu einer Legirung; da kann man 9 Theile Kupfer und 1 Th. Zinn, oder 9 und 2, oder 10 und 2, oder endlich 20 Th. Zinn und 1 Th. Kupfer nehmen, immer wird man eine Legirung bekommen, aber nicht einen Körper, welcher wesentlich von seinen einzelnen Bestandtheilen verschieden ist — ebenso ist es mit den edlen Metallen, es giebt 8, 9, 10, 12, 14löthiges Silber, es giebt 8karätiges Gold, worin doppelt so viel Kupfer ist als Gold, es giebt 12karätiges, worin gleichviel von beiden Metallen, es giebt 18karätiges, worin drei mal so viel Gold als Kupfer — aber man kann auch 17 oder 19karätiges machen — ganz anders mit den wirklich chemisch neu gebildeten Körpern. Die beiden gemischten Metalle geben wieder ein Metall — die beiden Luftarten, Sauerstoff in fünf Antheilen und Stickstoff in einem Antheil zusammen gebracht, und zwar nur in diesem einen Verhältniß, geben eine Flüssigkeit von gewaltthätigen Wirkungen, die concentrirte Salpetersäure, das ist etwas ganz Anderes als zwei zusammen geschmolzene Metalle.

Schwefel ist ein fester Körper, Sauerstoff kennen wir nur als Gas, Schwefel zu zwei Gewichtstheilen und Sauerstoff zu drei Gewichtstheilen geben die wasserfreie Schwefelsäure, welche mit einem geringen Antheil Wasser das sogenannte Vitriolöl bildet; immer aber nur in diesem Ver-

hältniß; denn wollte man zu zwei Gewichtstheilen Schwefel nur zwei Theile Sauerstoff setzen, so würde keine solche Verbindung eintreten, keine wasserfreie Schwefelsäure daraus werden.

Alle diese Beispiele sollen nichts weiter sagen als daß, um aus zwei Elementen einen neuen, dritten, von jenen beiden ganz verschiedene Körper zu bilden, man die beiden Elemente in ganz bestimmten Verhältnissen mit einander vereinigen müsse, und daß durch die Vereinigung zweier Elemente in beliebigen Verhältnissen nicht neue Körper gebildet werden.

Die Chemie setzt nun nach den aufgefundenen Verhältnissen neue Körper zusammen, oder sie sucht durch die Scheidekunst, durch das analytische Verfahren, an noch unbekannten Körpern die Art ihrer Zusammensetzung zu erforschen. Hierzu bedarf sie sehr mannigfaltiger Operationen und eben so vieler Instrumente, und wir wollen beide nun betrachten, bevor wir uns mit der eigentlichen Chemie beschäftigen.

Von den Arbeiten des Chemikers und den dazu erforderlichen Instrumenten.

Der Chemiker muß schmelzen, kochen, verdampfen, sublimiren, erkälten, niederschlagen u. s. w., und zu jeder dieser und vieler anderer Operationen, wie zum Destilliren, Filtriren, Concentriren, braucht er gewisse Handgriffe, gewisse Geschicklichkeiten und bestimmte Instrumente, welche allerdings je nach dem Bedarf für dieselbe Operation sehr verschieden sein können, je nachdem er mit größeren oder geringeren Maaßen arbeitet.

Fig. 75.



Die Kochapparate sind von Glas, von Porzellan, von sogenanntem Steingut, von Metall. Von Glas hat man sie gewöhnlich nur in zwei Formen; Fig. 75 zeigt einen Kolben, d. h. eine Flasche mit einem kugelförmigen Körper, welcher überall gleichmäßig dick ist, besser gesagt gleichmäßig dünn, denn dieses erleichtert das Kochen und verhindert das Springen des Glases; je dicker dasselbe ist, desto leichter springt es bei ungleichmäßiger Erwärmung. Der Hals ist nahe an seinem Ende gewöhnlich zu dick, deshalb sprengt man ihn gern bei a ab, was ganz leicht geht, wenn man einen Schwefelfaden darum knüpft und anzündet und sobald er ausgebrannt ist, einen Tropfen Wasser auf die heiße Stelle bringt; alsbald entsteht ein Sprung rund um das Glas und das abgeschnittene Stück ist ganz leicht zu entfernen.

Der zweite Kochapparat heißt Retorte; ein Kolben mit birnförmigem Hauptkörper, längerem Halse, und welcher seitwärts umgebogen ist, wie die Fig. 76 zeigt. Wir sehen, daß in der Oeffnung ein Trichter steckt, dieser ist auch von Glas und hat eine Röhre, so lang, daß sie durch den ganzen Hals der Retorte bis in den Bauch derselben reicht. Es kann dieses sehr wichtig sein; man macht irgend eine Mischung, will dieselbe aus der Retorte destilliren und gießt die Mischung in den Hals der Retorte, dadurch wird aber dieser benetzt und bei der Destillation kommt zuerst das, was im Halse gewesen ist, in die sogenannte Vorlage. Der in Fig. 76 gezeichnete Trichter verhindert dieses, kein Tropfen der Mischung kommt an den Hals der Retorte.

Fig. 76.



Es kann für andere Fälle von Wichtigkeit sein, etwas seitwärts in eine Retorte, einen Kolben zu bringen, dann muß die Retorte zwei Oeffnungen haben, eine solche nennt man eine tubulirte Retorte, einen tubulirten Kolben; zu dem Behufe der Einfüllung hat man alsdann einen Trichter mit gekrümmtem Rohr, wie Fig. 77 diese Krümmung bei E zeigt.

Fig. 77.



Destilliren heißt eine Flüssigkeit zum Kochen bringen und die Dämpfe niederschlagen. Diese niedergeschlagenen Dämpfe sind das Destillat. Am einfachsten macht man dies, wenn man eine Retorte mit dem Gegenstande, der destillirt werden soll, zur Hälfte, zum dritten Theile füllt, einen Kolben wie wir denselben oben gesehen, mit der Retorte so verbindet, daß der Hals derselben in dem Halse des Kolbens steckt, Fig. 78, und daß man unter die Retorte Feuer bringt, unter den Kolben aber einen Strohkranz legt, damit derselbe sicher liege, nicht umherrolle und auch nicht verletzt werde, wozu ein Sandkörnchen genügt.

Fig. 78.

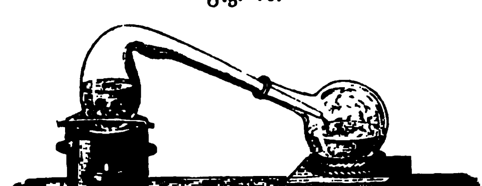
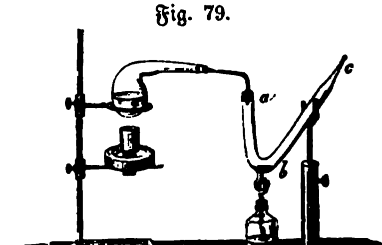


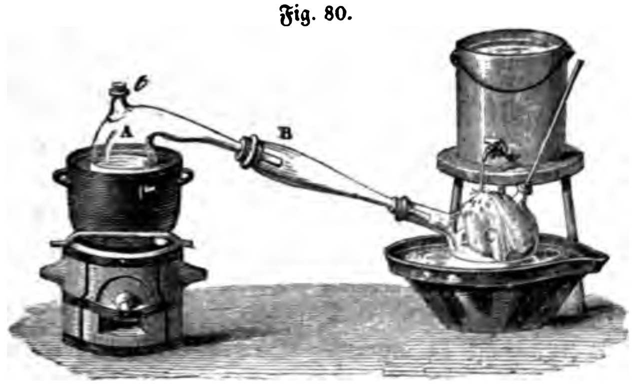
Fig. 79.



Arbeitet man mit sehr kleinen Quantitäten, wie die neuere Chemie zu thun pflegt, so genügt in der Regel eine Spirituslampe, die man auf einem Ständer beliebig der Retorte nähern kann; solche kleine Retorten

haben dann zu Vorlagen gewöhnlich nur, wie Fig. 79 zeigt, etwas weite, gebogene Glasröhren **abc**, in deren Knie sich die Flüssigkeit sammelt. Will man dieselbe auch von hier vertreiben, so bringt man daselbst eine zweite Flamme an und die Dämpfe entweichen durch die Oeffnung c des Rohres **abc**.

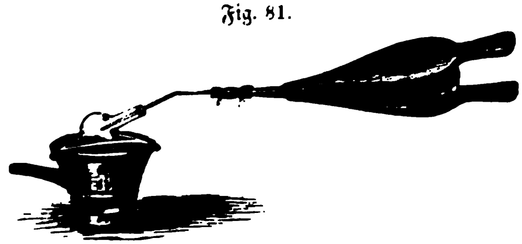
Fig. 80.



Muß man während der Destillation nachfüllen, so sind Tubulaturen unerläßlich, Fig. 80 zeigt eine tubulirte Retorte A, verbunden mit einem tubulirten Kolben C. Diese Tubulaturen t sind Oeffnungen mit einem Halse versehen, in welche ein Stöpsel gebracht werden kann, durch welche wieder Röhren, Trichter ꝛc. führen; für sehr viele Operationen sind dergleichen Tubulaturen wichtig, manchmal sogar unentbehrlich.

Es ist nicht selten von Wichtigkeit, daß die Apparate ganz trocken sind — auswendig kann man dies ziemlich leicht bewerkstelligen, inwendig wird es schwerer; doch hilft die Wärme dabei sehr gut. Wir sehen hier in Fig. 81 einen Kolben — gleichgültig, welche Form das Gefäß hat, eine Retorte, eine Flasche — in welchen eine völlig wasserfreie Substanz gebracht werden soll. Um die Feuchtigkeit zu vertreiben, welche darin enthalten und besonders hartnäckig an den Wänden haftet, legt man denselben auf einen kleinen Ofen, vielleicht auch hält man ihn nur über eine Spirituslampe, wenn das Gefäß nicht zu groß ist, und erhitzt die Wände ziemlich gleichmäßig, wodurch die darin enthaltene Feuchtigkeit in Dampf verwandelt wird; dieser Dampf will aber die Flasche nicht verlassen, er schlägt sich in Tropfen — wenn dessen sehr wenig vor-

Fig. 81.

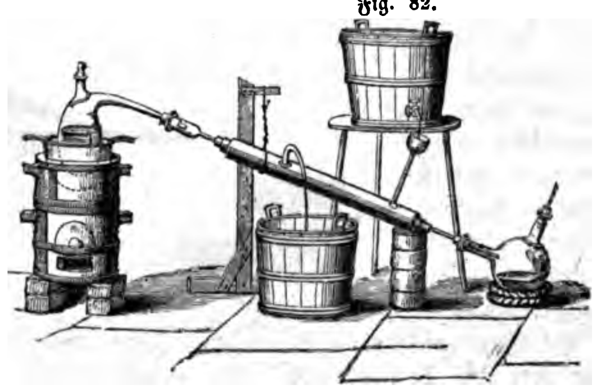


handen, als feiner Hauch — überall nieder, wo die Flasche nicht heiß ist — gewöhnlich also auf der, von dem Feuer abgekehrten Seite, man muß also ein mechanisches Hülfsmittel anwenden, man muß die Feuchtigkeit hinaus treiben, hinaus jagen; die Fig. 81 zeigt wie dies geschieht: an das Rohr eines Blasebalgs bindet man eine gerade oder gebogene Glasröhre, wie es bequemer erscheint, steckt das offene Ende derselben in den Kolben und bläst während der Erhitzung die Luft des Blasebalgs, also die Luft des Zimmers hinein. Je nachdem diese trocken ist, wird alles, was an Feuchtigkeit in der Flasche vorhanden war, entführt, verjagt und es kann nur so viel noch darin bleiben, als durch den Blasebalg mit der Luft wieder hinein getrieben wird, was natürlich sehr wenig ist.

Wenn die zu trocknende Flasche klein ist, nur einige Kubikzoll faßt, so bedarf es eines Blasebalges nicht, man setzt an dessen Stelle die Lunge, nimmt das Glasrohr in den Mund; da jedoch die Luft der Lunge übermäßig mit Feuchtigkeit beladen ist, so würde man Feuchtigkeit in die Flasche bringen statt sie daraus zu entfernen, man bläst also nicht hinein, sondern man zieht die Luft durch das Rohr aus der Flasche heraus, so daß die Luft des Zimmers an Stelle der entfernten treten kann. Hierdurch wird alles erlangt, was ohne salzsauren Kalk erlangt werden kann.

Bei der Destillation ist es nöthig, daß die Vorlage kalt erhalten wird, man kann nun entweder ein nasses Tuch auf den Kolben legen und dasselbe durch wiederholtes Begießen naß erhalten, wie Fig. 80 eine solche Veranstaltung zeigt, oder man kann die Röhre zwischen Retorte und Kolben abkühlen, welches besonders dann wünschenswerth ist, wenn man den Gang der Operation ununterbrochen beobachten will.

Fig. 82.



In diesem Falle verfährt man am besten so wie die Fig. 82 es ganz deutlich zeigt. Man sieht, daß an die tubulirte Retorte nicht gleich der Kolben angesetzt, sondern daß zuerst ein langes Glasrohr an den Hals

der Retorte befestigt ist. Dieses Rohr allein braucht kühl erhalten zu werden, und zu diesem Behufe ist mittelst zweier starker Korkstöpsel ein Blechrohr über das mitten hindurchlaufende Glasrohr geschoben. In dieses Blechrohr bringt man kaltes Wasser, und nun schlagen sich die, aus der Retorte entwichenen Dämpfe nicht erst in der Vorlage nieder, sondern bereits in dem Glasrohr und sie tröpfeln oder strömen als Flüssigkeit aus demselben herab in die Vorlage, welche hier ein tubulirter Kolben ist.

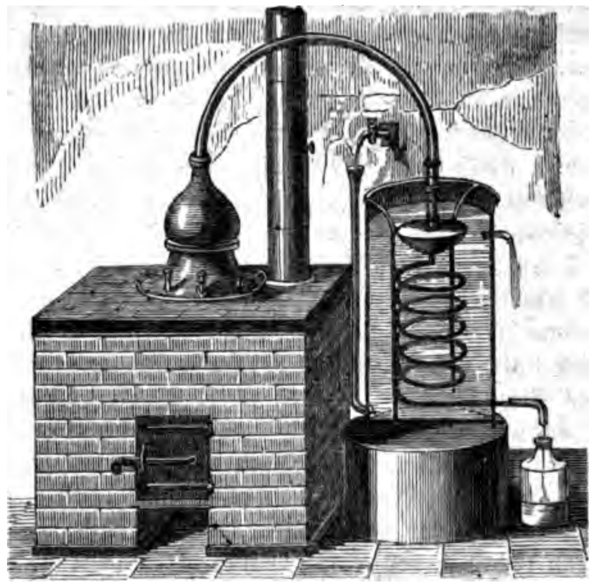
Die Dämpfe haben sehr viel Wärme, diese muß ihnen entzogen werden, damit sie sich in Flüssigkeiten verwandeln. Das Wasser in der Blechröhre ist hierzu bestimmt. Wenn es jedoch den Dämpfen ihre Wärme entzogen, sie niedergeschlagen hat, so wird es selbst warm und dann versagt es natürlich den Dienst. Man kann diesem zuvorkommen, indem man das Wasser unaufhörlich erneuert. Unten an dem Blechrohr ist ein Trichter angebracht, der unter einem Gefäße mit frischem, möglichst kaltem Wasser steht, aus welchem durch einen Hahn immerfort Wasser in den Trichter fließt. Oben an demselben Rohre (welches dort an einem Ständer hängt, so wie es unten durch mehrere Klötze gestützt wird, da es zu schwer wäre, um von der dünnen, durch dasselbe hindurch gehenden Röhre getragen zu werden) ist ein dünnes, gebogenes Röhrchen angebracht, durch welches immer so viel Wasser abfließt, als durch den Trichter eingeführt wird. Da das kalte Wasser unten eindringt, das warme Wasser aber leichter ist als das kalte, so steigt das erwärmte immer aufwärts und verläßt, in ein untergesetztes Gefäß strömend, das Rohr, während kaltes dasselbe erfüllt. Auf solche Weise wird die Destillation niemals unterbrochen.

Dies ist die gewöhnliche Art von Apparaten zur Destillation im Kleinen, sollen größere Quantitäten eines Destillates gewonnen werden, so sind die Gefäße von Metall. Wir haben hier in Fig. 83 einen kupfernen Kessel in den Ofen eingemauert, der Kessel wird gewöhnlich die Blase genannt. Dasjenige, was über dem Ofen daran sichtbar ist, heißt der Helm, muß abgenommen werden können, muß aber auch luft- und dampfdicht befestigt werden können; dazu dienen die Schrauben, welche man vorn sieht, welche aber rundum gehen und deren nicht 2, sondern 12, 20 und mehr sind.

Das große, gebogene Rohr führt nach einer Tonne (dem Kühlfaß), in welcher es sich in Form einer Spirale fortsetzt, man nennt es die Schlange. Durch einen Hahn fließt Wasser stets nach unten geleitet (das Rohr steht zwischen Ofen und Kühlfaß) zu, oben fließt das erwärmte nicht mehr brauchbare ab, wie wir vorn sehen. Eine eigentliche Vorlage ist hier nicht mehr nöthig, man stellt eine Flasche, ein Faß unter und verwechselt es mit einem anderen, wenn es gefüllt ist. Die Dämpfe nämlich sind in dem langen Rohre bereits niedergeschlagen, man erleidet keinen Verlust mehr.

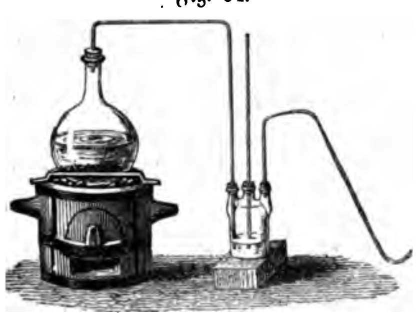
Die Apparate sind wohl noch anders eingerichtet, im **Wesentlichen** kommen jedoch alle auf dasselbe hinaus.

Fig. 83.



Bei manchen Destillaten entwickeln sich Gase, welche lästig werden können, dann bedient man sich derjenigen Flasche, davon auf der Rechten des Bildchens, Fig. 84, eine zu sehen ist; Glauber ist der Erfinder derselben und sie sind ein Jahrhundert lang tubulirte oder Mittelflaschen genannt worden, bis Woulf deren mehrere an einander setzte und sie von da an Woulf'sche Flasche genannt wurden; Faraday hat diesen Namen eingeführt, doch dem deutschen Glauber wenigstens die Ehre der Erfindung gelassen, indeß die Franzosen die Erfinder gewöhnlich verschweigen oder gar die Thatsache verfälschen, entstellen, Franzosen zu den Erfindern machen.

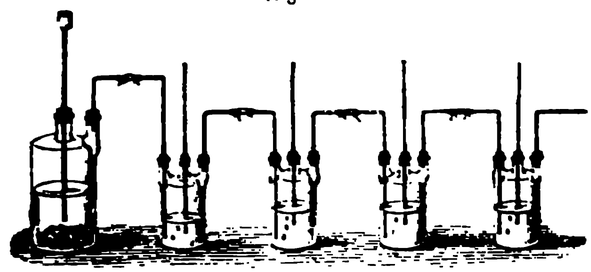
Fig. 84.



Der Apparat, Fig. 85, zeigt mehrere solcher tubulirter Flaschen, und die Art, wie sie an einander gereihet und verbunden werden. In der mittelsten Oeffnung steckt überall ein gerades Glasrohr, welches bis in die

Flüssigkeit hinabreicht. Das Rohr ist in einem Kork befestigt und dieser steckt wieder möglichst fest in der Flasche. Die Oeffnung in dem Kork wird mittelst einer runden Feile (Rattenschwanz) geglättet und passend gemacht, nachdem man mittelst eines gewöhnlichen Bohrers den Kork durchstochen hat.

Fig. 85.



Die sämmtlichen Flaschen sind unter sich und mit der Retorte (oder hier mit einer Gasentwicklungsflasche) durch rechtwinklig gebogene Glasröhren verbunden, deren vorderste immer bis beinahe auf den Boden reicht, indeß die letzte nur kurz ist. Die Röhren haben zum Zweck die über destillirte Flüssigkeit bis unter das, in der ersten Flasche befindliche Wasser zu führen — hier kann sich vieles niederschlagen; was aber nicht Dampf ist, sondern Gas, steigt in Blasen auf und sammelt sich in einem leeren Raum der Flasche. Von hier kann dieses Gas in die zweite Flasche entweichen; allein das erste Rohr derselben geht wieder bis nahe an den Boden und es kann in der dort enthaltenen Flüssigkeit ein Theil des Gases oder alles absorbirt werden — wo nicht, so geht es weiter in eine dritte, vierte Flasche. Die Röhren sind durch kleine Schläuche von Gummi elasticum unter sich vereinigt, so daß die Flaschen noch eine gewisse Beweglichkeit haben, würde man sie so verbinden, daß von einer zur anderen ein Glasrohr mit zwei Knien ginge, so würde dasselbe bei der geringsten Verschiebung zerbrechen; die elastische Röhre verhindert dies.

Eine solche Reihe tubulirter Flaschen setzt man in der Regel bei der Destillation irgend einer Flüssigkeit, nicht an einander, wohl aber bei der Erzeugung von Gasen, wo man, falls mehrere zugleich erscheinen und man nur eines derselben haben will, die Woulf'schen Flaschen anwendet, um durch die darin enthaltenen Flüssigkeiten, die einzelnen, nicht gewünschten Gase zu absorbiren.

So wie Kochen und Destilliren, so gehört auch das Bilden, das Erzeugen von Gasen zu den wichtigsten chemischen Operationen. Die Natur bringt dieselben durch großartige Operationen hervor, welche wir nicht kennen. Woher das Stickstoffgas kommt, welches vier Fünftheile der Atmosphäre

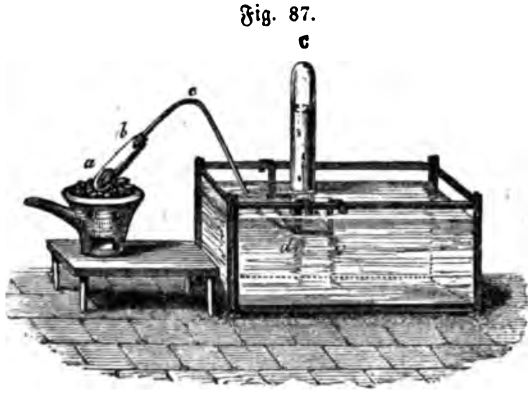
ausmacht — wer kann es sagen? Es ist ebenso mit vielen anderen; auffangen oder ausscheiden kann man diese Gasarten durch die Kunst. Auffangen z. B. diejenige, welche sich aus den Sümpfen entwickelt und in nicht unbedeutender Menge aufsteigt, wenn man mit einer Stange in einem sumpfigen, stehenden Wasser rührt. Man füllt ein Glas ganz mit Wasser und hält sie umgekehrt, mit der Oeffnung nach unten, wie die Fig. 86 zeigt, in die Sumpfmasse, in welche man einen Trichter versenkt. Die Luftblasen, welche sich darin zeigen, sammelt der Trichter und leitet sie in das Glas. Es ist dieses leichtes Kohlenwasserstoffgas, mitunter durch Schwefelwasserstoffgas verunreinigt, wenn thierische Stoffe in dem Sumpfe verwesen; es kann aber auch durch die Kunst dargestellt werden, wovon an seinem Orte gehandelt werden wird. Hier wollen wir einfachere Prozesse anführen, als diejenigen, welche zur Bereitung dieser Sumpfluft erforderlich sind.

Fig. 86.



Wir haben bereits wiederholt von Sauerstoff gesprochen, können seine Existenz also als bekannt voraussetzen; um denselben in Gasgestalt zu entwickeln, bedient man sich eines festen Körpers, von welchem er einen Theil bildet, z. B. des rothen Quecksilberoxydes, das nichts Anderes enthält als Quecksilber und Sauerstoff. Da Quecksilber ein edles Metall ist, so wird es aus seinen Oxyden befreit lediglich durch Erhitzung. Man bringt also etwas von diesem Oxyde in ein kleines Glasfläschchen ab, Fig. 87, fügt mit einem passenden Kork ein gebogenes Glasrohr cd in den Hals und setzt den Boden dieses Fläschchens auf ein kleines Kohlenbecken.

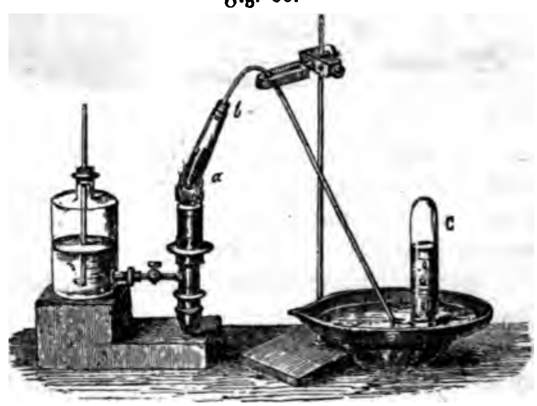
Fig. 87.



Durch die Erwärmung wird zuerst die in dem Fläschchen vorhandene Luft ausgedehnt, sie entweicht aus dem Ende des Glasrohrs. Wenn man nun aber das Gas auffangen will, so braucht man dazu eine pneumatische Wanne, mit einer Brücke und

nem Cylinder, in dem eben dieses Gas aufgefangen werden kann. Die neumatische Wanne, welche die Fig. 87 zeigt, ist ein Glaskasten von läng-ch viereckiger Form mit Messingeinfassung, die Tafeln sind eben und so rgfältig an einander geschliffen, daß sie auch ohne Kitt kein Wasser durch-ssen; solch eine Wanne ist ein Prachtstück des chemischen Laboratoriums nd kostet nach der Größe und der Stärke der Spiegelscheibe 30 bis 0 Thaler. Wenn man aber nicht geschliffenes Tafelglas nimmt, von der Stärke, wie man es zu Dachpfannen braucht, so kostet solche Wanne vier is fünf Thaler, allerdings sind die Gläser dann in die Fassung gekittet nd nicht geschliffen; wenn man endlich nicht geneigt ist, vier bis fünf Thaler afür auszugeben, so thut eine irdene Schüssel ganz dieselben Dienste, wie ie Fig. 88 zeigt, welche zugleich lehrt, daß ein Kohlenbecken nicht einmal öthig sei zu der Gasent-wicklung, sondern daß eine Spirituslampe die genü-gende Hitze ausgebe.

Fig. 88.



In der Wanne hängt (siehe die vorige Figur) das, was man eine Brücke nennt, eine Glastafel mit mehreren Löchern, welche an beiden Enden Metall-fassungen hat, vermöge deren sie über dem Rande der Wanne ruht. Auf eins der Löcher stellt man den ganz mit Wasser gefüllten Cylinder C umgekehrt, mit der Oeffnung nach unten; die Glasröhre cd leitet man so, daß ihre Mündung unter der Oeffnung des Cylinders stehe. Sobald das Gas durch die Wärme sich entwickelt, steigt es in Blasen durch das Wasser und diese füllen nach und nach die Cylinder an. Zugleich destillirt dabei das Quecksilber, welches an den Boden der Wanne fällt, uns jedoch jetzt gar nichts weiter angeht, wir haben nur mit der Operation der Gasentbindung zu thun.

Eine andere Gasart, die Kohlensäure, gewinnt man ohne Hülfe des Feuers; dasselbe gilt von dem Wasserstoffgase, die Apparate sind in beiden Fällen ganz gleich. Wir sehen hier in Fig. 89 statt der pneumatischen Wanne eine irdene Schüssel, statt des Cylinders eine Flasche, und statt der Retorte, welche über Feuer steht, eine tubulirte Flasche, welche die Sub-stanzen enthält, aus denen die Gasarten entwickelt werden sollen, also Kreide

und Schwefelsäure, wenn man kohlensaures Gas — Zink und Salzsäure, wenn man Wasserstoffgas haben will.

Fig. 89.

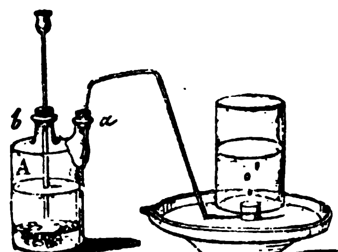
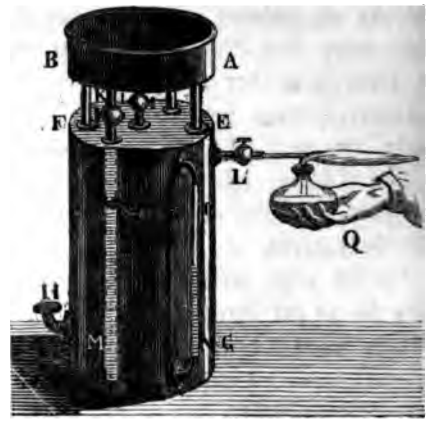


Fig. 90.



Es wird Fälle geben, in welchen man mit einem Paar Glascylindern nicht auskommt, dann bedient man sich gewöhnlich eines großen Blechgefäßes, welches man Gasometer nennt, welches jedoch viel besser Gasbehälter hieße, denn dies ist sein Zweck, Gas zu messen (Gasometer) nicht.

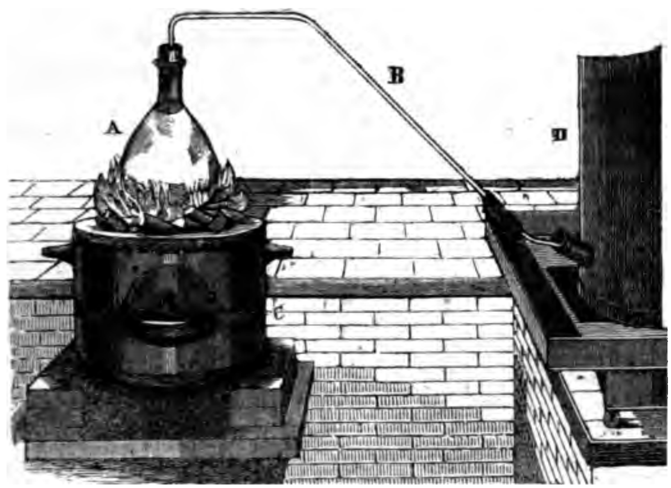
Es zeigt Fig. 90 einen blechernen Cylinder FEG, auf welchem durch Füße gestützt ein kleineres Gefäß BA steht. Aus dem oberen führt eine Röhre KM bis nahe an den Boden des unteren. Wenn man in AB Wasser hat und den Hahn K öffnet, so kann Wasser in das untere, größere Gefäß strömen. In der Mitte des oberen Gefäßes befindet sich eine Röhre mit einem Hahn, welche von dem unteren Boden des oberen nach dem oberen des unteren Gefäßes geht, lediglich eine Communication zwischen denselben herstellend. Fließt durch KM Wasser nach unten, so steigt durch die Mittelröhre Luft nach oben und kann dort in Gläsern aufgefangen werden.

An dem großen Gefäß sind ganz oben und ganz unten zwei Blechtüllen angelöthet, zwischen denen ein Glasrohr NO angesetzt ist, welches zeigt, wie viel Luft und wie viel Wasser in dem Gefäße enthalten ist. Am oberen Rande E ist ein horizontal laufendes Rohr, mit einem Hahn L, angebracht, welches gestattet, daß man die Luft aus dem Gefäße seitwärts ausströmen läßt, wie hier z. B. gegen die Flamme der Spirituslampe Q. Auf der entgegengesetzten Seite ganz unten ist eine Blechtülle H angebracht und mit einem guten Stöpsel versehen.

Will man viel Gas entwickeln, so stellt man, Fig. 91, einen großen

Kolben C mit den erforderlichen Substanzen auf ein stärkeres Feuer und fängt das durch ein Glasrohr B entweichende Gas dadurch auf, daß man den Gasbehälter D ganz mit Wasser füllt, alle oberen Oeffnungen schließt, aber die unterste öffnet und da hinein die Mündung des Glasrohrs B bringt. Sowie das Gas durch dieselbe strömt, steigt es in Blasen in den Gasbehälter, und das aus demselben verdrängte Wasser fließt aus der unteren Oeffnung, neben der Glasröhre vorbei, ab, bis es so weit herabgesunken ist, daß die Oeffnung H nur noch gerade bedeckt ist. Der Gasbehälter steht deshalb auf einem Gefäß, durch dessen hochgelegenen Rost das hervorquellende Wasser abfließen kann.

Fig. 91.



Manche Gasarten werden vom Wasser absorbirt; wenn man solche Gasarten bereitet, so darf man in die pneumatische Wanne natürlich nicht Wasser nehmen, man muß sich derjenigen Flüssigkeit bedienen, welche das Gas nicht absorbirt. Dies könnte vielleicht Weingeist, Oel, eine Salzlösung sein; man nimmt aber in der Regel, wo Wasser nicht angewendet werden kann, statt desselben Quecksilber. Da dieses jedoch theurer und sehr schwer ist, so giebt man der Wanne, welche entweder von Gußeisen oder von Holz ist, eine Einrichtung, welche im Durchschnitt hier in der Fig. 92 und 93 angegeben ist.

Die Tiefe der Wanne kann sehr wesentlich sein, allein sie ist nicht überall nöthig; darum höhlt man den Klotz, welchen die Zeichnung nach der Länge und nach der Breite vorstellt, so aus, daß oben nach der Linie die Höhlung am weitesten, aber nur flach ist; dagegen in der Richtung zu

xy hat die Höhlung nur die halbe, vielleicht auch nur den dritten Theil der Breite, wie oben, und eine ganz ungleiche Tiefe, so daß zuerst die Tiefe nicht größer ist als auf dem ganzen übrigen flachen Theile der Wanne, dann ein vertieft liegender Absatz kommt und nun noch eine tiefste Stelle darauf folgt.

Fig. 92.

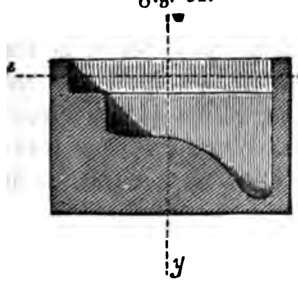


Fig. 93.



Mittelst dieser tiefen Stelle füllt man die Glascylinder, welche bequem darin bewegt werden können, mit Quecksilber, und stellt sie mit der Oeffnung nach unten auf die flache Stelle der oberen breiten Höhlung; bei der Füllung mit Gas wird verfahren wie vorhin beschrieben.

Fig. 94.



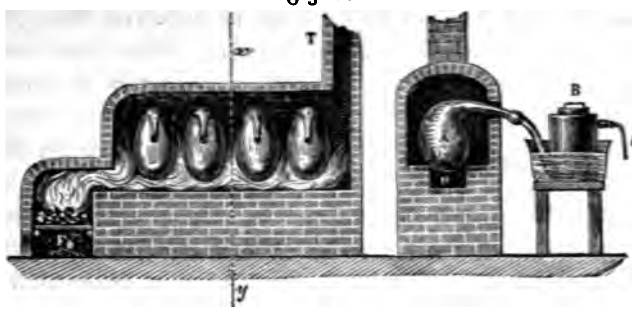
In manchen Fällen kann man einer bedeutenderen Wärme bedürfen, als Spiritusflamme und offenes Kohlenfeuer geben; dann bedient man sich eines Ofens, Fig. 94, aus mehreren thönernen Kränzen zusammengesetzt und dadurch transportabel. Diese Oefen sind von Berzelius angegeben, sie bestehen aus vier Theilen: dem Aschenheerd, welcher gewöhnlich auf ein Paar Ziegeln steht; dem Feuerraum F, in welchem ein Rost die Anhäufung von Kohlen und doch zugleich die Verschließbarkeit der Seitenthüre gestattet, indem der Luftzutritt von unten her stattfindet; zu diesen beiden Ringen kommt der dritte L, in welchem die Retorte, entweder von unschmelzbarem Thon oder von Schmiedeeisen, liegt, sie ist durch Punktirung angedeutet; ihr Hals sieht über dieses Stück hinaus, tr ist das blecherne Gasentwickelungsrohr. Der vierte Theil endlich ist R, der sogenannte Dom, ein oben zugewölbtes Stück, das eine Rauchöffnung hat, durch welche die verbrauchte Luft entweicht.

Mit solchem Apparat kann man sehr wohl Sauerstoffgas aus Braunstein gewinnen. In manchen Fällen genügt aber auch dieses noch nicht, dann legt man ein paar Dutzend Retorten von unschmelzbarem Thon in einen eigens dazu gebauten Ofen in das freie Feuer, wie die Fig. 95 zeigt.

Umgekehrt kann es Fälle geben, wo man eine solche Erhitzung nicht wagen

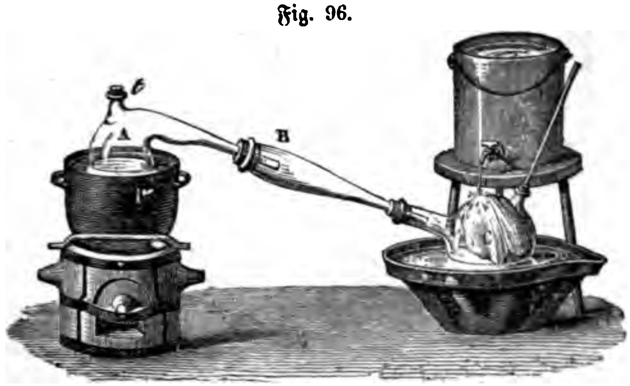
darf, oder wo sie auch nicht nöthig wäre: dann, wenn die Gefäße zu groß sind, daß man mit einer Lampe auskäme, also Feuer anwenden muß, be-

Fig. 95.



dient man sich des Wasser- oder Sandbades, beides durch die Fig. 96 dargestellt. Auf dem Feuer steht ein Metallkessel, die Retorte A (welche in diesem Falle von dem feinsten Glase sein kann) kommt gar nicht in Berührung mit dem Feuer. In dem Kessel befindet sich Wasser (dann heißt es ein Wasser- oder ein Marienbad) oder es befindet sich statt des Wassers ganz feiner und trockner Sand darin (dann heißt es ein Sandbad). In diesem Wasser oder Sande steht die Retorte und empfängt die Wärme, welche die Heizung hervor bringt, durch das Mittel der zwischenliegenden Wasser- oder Sandschicht, wodurch in jedem Falle die Temperatur viel niedriger bleibt, als wenn die Retorte im freien Feuer läge, ferner auch viel gleichmäßiger ist, als sie auf eine andere Art gegeben werden kann.

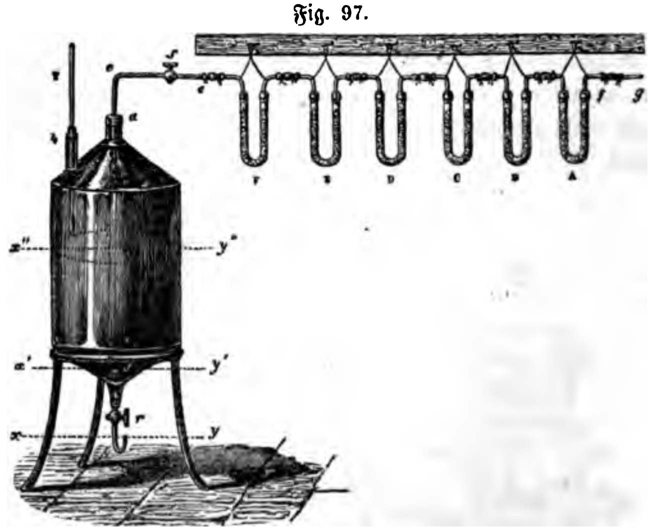
Fig. 96.



Da gewöhnlich die Gasarten über Wasser aufgefangen werden und überdies meistentheils warm in dasselbe treten (aus den Entwicklungsappa-

raten durch Erhitzung), so beladen sie sich mit Wasserdämpfen; es kann daher wohl der Fall eintreten, daß sie entweder zur Untersuchung oder zum wirklichen Gebrauch nicht verwendbar sind, alsdann muß man sie trocknen, so wie man sie auch waschen kann, wenn sie nicht rein sind. Man läßt sie im letzteren Falle durch Flüssigkeiten streichen, welche ihnen die fremden Bestandtheile entziehen; im ersten Falle aber, wenn man sie trocknen will, läßt man sie über sogenannte hygroscopische Körper gehen, wozu man in der Regel geglüheten salzsauren Kalk nimmt, welcher über alle Maßen begierig nach Feuchtigkeit ist und sich sofort damit verbindet, wenn sie in seine Nähe kommt. Gesetzt, wir haben irgend ein beständiges Gas, welches in den großen Cylinder, den uns Fig. 97 zeigt, gebracht werden soll, so läßt man dieses Gas, dessen Quell bei g ist, durch eine Reihe hintereinander hängender, gekrümmter Glasröhren A, B, C, D, E, F gehen, in deren jeder trockner salzsaurer Kalk befindlich; zuerst natürlich nimmt die Röhre A die meiste Feuchtigkeit auf, dann kommt B ꝛc. und zuletzt tritt das Gas in den Cylinder auf das vollständigste getrocknet. Hinein geleitet wird es dadurch, daß der ganze Cylinder bis zu seiner Mündung a mit Quecksilber gefüllt ist — er muß natürlich von Eisenblech sein — aus dem Hahn r kann dasselbe entweichen in ein untergesetztes Gefäß.

Fig. 97.



Wie nun nach und nach das Niveau des Quecksilbers sinkt, bis zu x′y″ oder x″y′, oder endlich bis zur Höhe des Verschlusses xy, so füllt sich nach und nach das Gefäß mit dem Gase an, welches durch alle die

Röhren A bis E gegangen ist und dort seine Feuchtigkeit gelassen hat. Es ist auch thunlich, dieses Gefäß im entgegengesetzten Sinne zu benutzen. Gesetzt, dasselbe sei mit Gas gefüllt, welches aber durch seine Berührung mit Wasser feucht geworden und nun getrocknet werden solle, so schließt man den Hahn r, öffnet dagegen die Verbindung des Gefäßes f mit den sämmtlichen Röhren.

Oben an dem Deckel befindet sich eine Tubulatur b, in welche luftdicht das Rohr T eines Trichters eingelassen ist, welches bis auf den Boden des Gefäßes reicht, und durch welches man Wasser in denselben füllen kann, ohne daß Luft dafür durch die enge Röhre zurückkehrt.

Das eingefüllte Wasser vertreibt aber jedenfalls Gas aus dem Gefäße; da hierzu nur ein Weg vorhanden, so geht das vertriebene Gas diesen Weg, und auf demselben ergreift der trockne salzsaure Kalk die Feuchtigkeit, mit welcher es beladen war, und nachdem es die Rohre passirt hat, strömt es bei g vollkommen trocken aus.

Man könnte diese Operation ein Filtriren des Gases nennen; mit Flüssigkeiten allerdings verfährt man anders, wenn man sie filtriren will. Man nimmt einen Glastrichter und legt hierin, je nach der größeren Sorgfalt, die man auf das Filtriren zu verwenden beabsichtigt, einen zweiten Trichter von Filz, Fig. 98; dieser hält nur die gröbsten Beimengungen zurück, oder einen Trichter von wollenem Löschpapier, welcher schon sehr viel dichter ist, oder endlich einen Trichter von jenem überaus reinen und dichten, aber doch Wasser durchlassenden schwedischen Papier, welcher darum so vorzüglich ist, weil es mit ganz reinem Wasser bereitet, beim Verbrennen einen ganz bestimmt gleich bleibenden Antheil Asche giebt, welcher einmal bekannt ist und deshalb die Rechnung nicht verwirrt. Dieses feine, dichte Papier filtrirt so vollkommen, daß es gar keine Substanz, die irgend wie als nicht vollkommen flüssig angesehen werden könnte, durchläßt.

Fig. 98.



Die Form des Filtrums kann sehr verschieden sein. Das Wesentliche desselben liegt aber in dem Angegebenen, es handelt sich immer nur um einen Körper, welcher Flüssigkeiten durchläßt und feste Substanzen zurückhält.

Es giebt aber noch einen anderen Weg solche Trennung zu bewerkstelligen, und zwar ist dieser der viel sicherere; allein er führt zu einem Ziele, welches man bei dem Filtriren gar nicht gehabt hat — dies ist das Abdampfen. Da bleiben alle festen Körper zurück, die flüssigen Antheile gehen in die Luft — das Filtrum scheidet ganz anders; das Abdampfen

scheidet vollständig, doch in anderer Weise. Beim Filtriren verlangt man, daß eine Flüssigkeit die in ihr aufgelösten festen Körper mitnehme; beim Abdampfen verlangt man, daß sie auch diese zurücklasse. Beim Filtriren geht Salzwasser, Kalkwasser durch das Filtrum; beim Abdampfen bleibt Salz oder Kalk zurück und nur das Wasser geht fort. Das Erstere läßt die Auflösungen unverändert, das Andere trennt die aufgelösten Körper von ihren Lösungsmitteln.

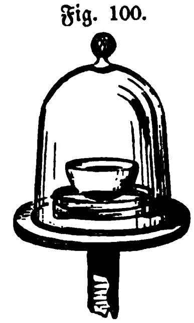
Das Abdampfen geschieht entweder ganz frei an der Luft, ohne Hülfe der Wärme; dies bedarf keiner Erläuterung. Wasser in einer Untertasse vergeht nach und nach so vollständig, daß, wenn das Wasser rein war, man auf der Tasse nichts findet als den Staub, der sich zufällig abgelagert, wenn es jedoch, wie unser gewöhnliches Brunnenwasser, Mineralien aufgelöst enthält, diese den Boden der Tasse als ein feiner, fühlbarer, rauher Ueberzug bedecken.

Man unterstützt gewöhnlich die Abdampfung durch die Wärme; das Gefäß, in welchem die abzudampfende Flüssigkeit befindlich, wird in ein Marien- oder in ein Sandbad und Beides auf einen Dreifuß gestellt, unter welchem eine Lampe brennt, wie die Fig. 99 zeigt. So erwärmt sich der Inhalt der obersten Schaale allmälig auf einen genügend hohen und von dem Willen des Experimentators abhängigen Grad und dies ist es, was die Abdampfung sehr befördert.

Fig. 99.



Fig. 100.



Es kann aber wohl sein, daß der abzudampfende Gegenstand die Erwärmung nicht erträgt, und daß man doch gern die Verdunstung beschleunigen möchte, dann hilft man sich auf eine andere Weise. Man setzt die Schaale mit der zu verdampfenden Flüssigkeit, Fig. 100, auf einen sehr niedrigen Dreifuß von Draht und mit diesem auf eine flache Schaale mit höchst concentrirter, nordhäuser Schwefelsäure, welche außerordentlich begierig nach Feuchtigkeit ist. Dieses Alles zusammen setzt man auf den Teller einer Luftpumpe, bedeckt den Apparat mit einer gut auf dem Teller

aufgeschliffenen Glocke und zieht nun durch die Pumpe aus dieser Glocke die Luft aus.

In Folge dieses Verfahrens füllt sich die Glocke sehr schnell mit Feuchtigkeit — eben so schnell rafft die Schwefelsäure diese an sich, wodurch der luftleere Raum auch dampfleer erhalten werden würde, wenn nicht gerade deshalb, weil er luftleer ist, die Verdunstung mit immer erneuerter Lebhaftigkeit einträte, bis nach und nach das Auflösungsmittel verschwunden ist und der feste Körper zurückbleibt.

Dem Destilliren tropfbarer Flüssigkeiten steht ganz nahe das Sublimiren fester Substanzen. Das Destilliren hat meistentheils eine möglichste Reinigung des Productes zum Zweck und eben so ist es mit der Sublimation, nur ist die Arbeit so wie der Apparat dazu viel einfacher. Der Beduine in den ägyptischen Wüstengegenden sublimirt den Salmiak aus dem Kameeldünger gerade so wie der Sicilianer den Schwefel aus den Gesteinen des Aetna, oder der Illyrier den Zinnober aus den Bergwerken von Idria. Das rohe Product wird, Fig. 101, in einen Kolben von Glas, Steingut oder Eisen gebracht und mit einem Kreidestöpsel oder einem anderen Stein so leicht bedeckt, daß die durch die Wärme ausgedehnte Luft entweichen kann; dann wird Feuer unter diesen Kolben gebracht, schwächer oder stärker, nach Erforderniß und dann wird abgewartet, bis die Sublimation vor sich gegangen. Die Figur zeigt, wie sich der Obertheil des Kolbens nach und nach verdickt, die von unten durch die Hitze vertriebenen Substanzen setzen sich oben im Halse und überall an den kälteren Theilen des Kolbens fest, bilden einen halb krystallinischen Ueberzug, welcher immer dicker wird, die Oeffnung des Halses verkleinert, endlich verstopfen würde, wenn man sie nicht offen hielte durch ein Eisen- oder Glasstäbchen — bis endlich die unten befindlich gewesenen Stoffe entweder ganz oder doch ihrem nutzbaren Inhalte nach verflüchtigt sind.

Fig. 101.



Nunmehr trennt man das Sublimirte von dem Rückstande. Wenn die Gefäße nicht von Eisen und aus mehreren Theilen zusammen gesetzt, sondern aus Steingut oder Glas waren, so gelingt dies nicht anders als durch Zertrümmern des Gefäßes; die Salmiakkuchen, welche aus Aegypten zu uns kommen, verrathen diesen Ursprung.

Das Schmelzen ist eine der wichtigsten Arbeiten der Chemie; einen Apparat dazu angeben, ist nicht thunlich, weil die Schmelzpunkte gar zu verschieden sind; für Quecksilber und Wasser bedarf es keines Schmelztiegels, diese Substanzen sind immer flüssig, wenn die Temperatur nicht unter dem Gefrierpunkt des einen oder des anderen steht; für Blei und

Zinn genügen Löffel von Schmiedeeisen; andere Metalle fordern höhere Grade von Hitze; härtere Metalle wie Kupfer, Messing schmilzt man in Tigeln und verschlossenen Oefen wie die Fig. 102 einen solchen zeigt, auf der Linie AB theilbar und in der Mitte des unteren Theiles mit ein Paar Steinen, auf denen der Tigel steht, versehen; alles Uebrige wird mit Kohle gefüllt, zu welcher von ac her die Luft tritt, indessen sie mit den Gasen und Verbrennungsproducten bei O glühend entweicht. Bei noch härteren

Fig. 102.

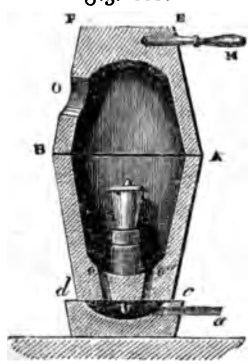
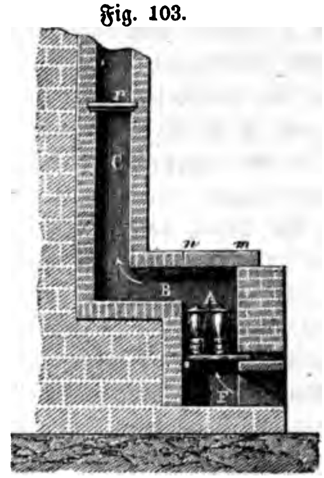


Fig. 103.

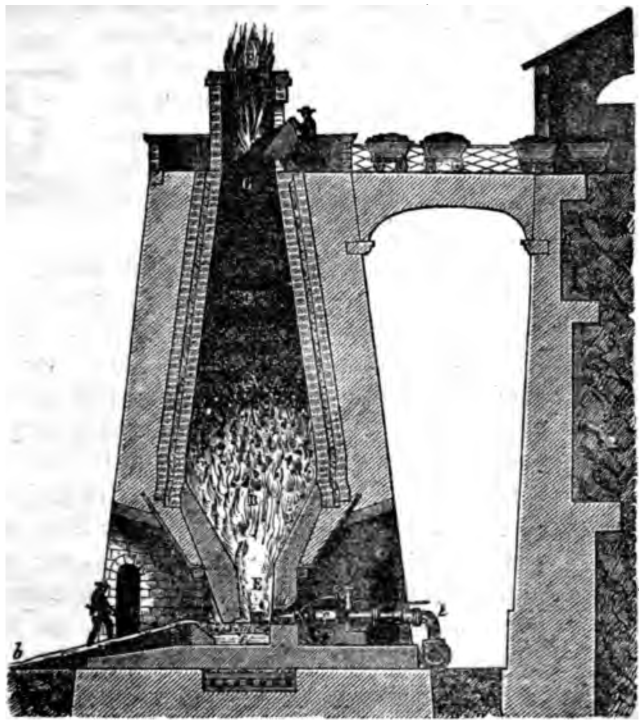


Metallen bedient man sich eines Zugofens mit hohem Rauchfang, wie die Fig. 103 einen solchen zeigt, wo in dem Raume A viele Schmelztiegel mit der schmelzenden Masse stehen, während der ganze übrige Raum mit Kohle angefüllt ist, zu dem von F her Luft strömt, welche, nachdem sie die Gluth der Kohlen angefacht, durch den Canal B und C entweichen kann, welche wieder, um den Zug zu regeln, durch die Klappe r verschließbar ist.

Soll aber nicht das Eisen, sondern das Erz geschmolzen werden, so bedient man sich nicht der Zug-, sondern der Gebläse- oder Hochöfen, Fig. 104, deren Gluth ununterbrochen dauert, so lange Steine und Mörtel halten, zu deren Heerd E mächtige Blasebälge oder Cylindergebläse, oder Centrifugalgebläse durch die Röhre t und noch von fünf anderen Punkten ähnliche Röhren mächtige Ströme Luft zuführen; indessen, so wie unten geschmolzenes Metall oder geschmolzene Schlacke abgelassen wird, so oben neues Brennmaterial und neues Erz zugeführt wird, dergestalt, daß der Ofen immer gefüllt, immer in Thätigkeit bleibt, Tag und Nacht, bis sein ferneres Bestehen zweifelhaft wird, und es gefährlich ist, länger daran zu arbeiten, da

dann die Arbeit in einem neuen Ofen begonnen und der alte abgetragen, an seine Stelle aber sofort ein neuer aufgebaut wird.

Fig. 104.



Der Chemiker in seinem Laboratorium bedarf allerdings solcher gewaltiger Hülfsmittel nicht mehr, wenn schon, wie bereits gesagt, es noch nicht lange her ist, daß man Zug- und Schmelzöfen aufgegeben und sich mit Lampe und Löthrohr behelfen gelernt hat.

Dies Letztgenannte sehen wir in seiner einfachsten Gestalt in Fig. [illegible] wo es eine spitz zulaufende Röhre von Messingblech ist, zwischen [illegible] Mundstück, und b, der Spitze, rechtwinklig umgebogen, wie [illegible] angiebt, und wie es die Goldarbeiter bis auf diese [illegible] Schöner und vollkommener zeigt Fig. 106 dasselbe, hier [illegible] von dem Wassersack cd getrennt, derselbe dient um [illegible] zunehmen, welche immer mit der Luft aus dem Munde [illegible] rechtwinklig an den Wassersack angesetzte Rohr, durch [illegible]

gehen soll, und h ist eine durchbohrte Spitze von Platina, welche mit größerer oder kleinerer Oeffnung versehen, auf diese Röhre gesetzt werden kann.

Fig. 106.

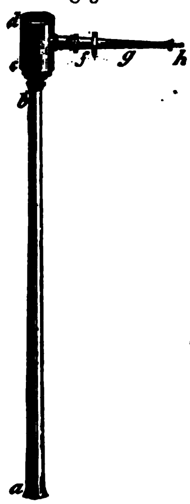


Fig. 105.



Die Fig. 107 zeigt, wie das Rohr, davon man nur den runden Boden des Wassersackes und die Spitze sieht, angewendet wird. Der Luftstrom treibt dabei die Flamme der Lampe seitwärts fort und giebt ihr, außer einer intensiven Hitze, auch noch Eigenschaften, von denen wir erst später sprechen können.

Fig. 107.



Besser noch als durch den Hauch des Mundes, der immer feuchte und halb verdorbene Luft giebt, wendet man eine Blase mit Luft an — denjenigen Blasebalg, welchen die Indier noch jetzt bei allen ihren feinen Goldarbeiten ausschließlich brauchen. Fig. 108 zeigt, wie **wir** ihn füllen würden (nicht die Indier, die kennen Hähne. und dergleichen Hülfsmittel nicht), c ist eine große Glasglocke mit einer Oeffnung oben und einem sie verschließenden Hahn; v ist die Blase mit ihrem Hahne r. Beide werden zusammengeschraubt, die Blase ist leer, die Glocke voll Luft; man öffnet die beiden Hähne, so daß zwischen der Glocke und der Blase ein Weg vorhanden, dann drückt man die Glocke mit ihrer unteren großen Mündung in ein Gefäß mit Wasser. Die zusammengepreßte Luft entweicht in die Blase und schwellt sie auf; wenn sie gefüllt ist, schließt man den Hahn r, trennt sie darauf von der Glocke und kann nunmehr die Spitze daran setzen; alsdann bedient man sich ihrer wie die Fig. 109 zeigt, man stellt eine Lampe vor ihre Spitze, öffnet den Hahn und läßt die eingeschlossene Luft durch einen gelinden Druck in die Flamme strömen. Dies ist ein viel besseres Löthrohr als dasjenige, was mit dem Munde bedient wird, weil der Strom viel stetiger ist und viel länger dauert.

Fig. 108.

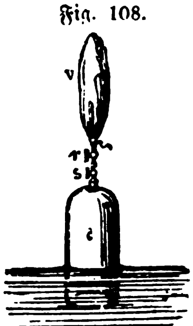
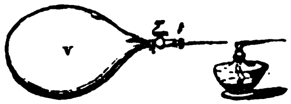


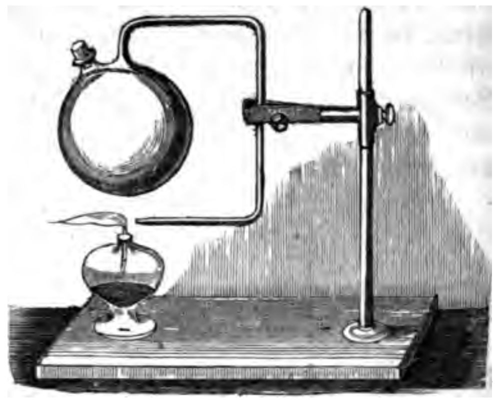
Fig. 109.



Zu einigen Arbeiten kann man sich auch der sogenannten Aolipila bedienen. Wir sehen hier in Fig. 110 ein kugelförmiges Metallgefäß mit einem langen, gebogenen Rohr, mittelst dessen es von dem Arme eines Retortenhalters getragen wird. Durch die zweite Oeffnung füllt man etwas

Weingeist in diese Kugel und stellt dann eine Lampe darunter. Hierdurch kommt der Weingeist ins Kochen und wenn dieses einige Augenblicke angehalten hat und dadurch die Luft aus der Kugel verjagt werden, so giebt man dem Rohre die Stellung, welche die Zeichnung andeutet. Hier wird nicht nur die Flamme der Lampe abgelenkt, sondern durch den Weingeist-Dampf, welcher höchst brennbar ist, so verstärkt, daß man kleine Glasröhren daran schmelzen, Thermometerkugeln blasen und ähnliche Operationen vornehmen kann.

Fig. 110.



Wenn man den Fuß einer Spirituslampe A, Fig. 111, durchbohrt bei b, sie dann auf einen hohlen Untersatz B stellt, und ein gebogenes Rohr aabc durch die Oeffnung bis nach oben zur Mündung und bis mitten in den Docht führt, so kann man mittelst einer, wie oben beschriebenen Blase, die mit Luft gefüllt ist, oder mit einem Blasebalg Luftzutritt zu dem Innern der Flamme veranlassen, welches die Hitze derselben höchst bedeutend steigert, es ist dies eine Veränderung der Argand'schen oder Berzelius-schen Lampe, mit dem Unterschiede, daß bei diesen beiden (welche sich nur durch den Brennstoff unterscheiden) so viel Luft zutritt, als gerade freiwillig einströmt, bei der oben beschriebenen aber eine viel größere Menge durch den Druck hinzu, hindurch getrieben werden kann. Wendet man Sauerstoffgas an, so ist die Wirkung natürlich noch viel auffallender.

Fig. 111.



Außer dem Oel und dem Spiritus, als Brennstoff zur Lampe, [illegible] der Chemiker in größeren Städten beinahe überall das Leuchtgas, [illegible] Menge höchst wichtiger und practischer Apparate sind dafür [illegible] ausgeführt werden durch Elsner in Berlin, welcher sich fast [illegible] dieser Branche der Technik gewidmet hat. Abgesehen von [illegible] prachtvollen Apparaten zum Heizen von Kirchen und Privat[illegible] Kochen für fünfhundert Personen, oder zu kleinen Koch[illegible]

Gerichte, hat derselbe auch ausschließlich für den Gebrauch des Chemikers Heiz- und Kochapparate construirt, welche so elegant als zweckmäßig sind.

Ein Schlauch von Gummi elasticum ist jederzeit das vermittelnde Glied zwischen der Gascompagnie und den Consumenten, dieser ist also überall bei den zu beschreibenden Apparaten vorausgesetzt. Das eine Ende desselben befindet sich angeschlossen an den Hauptröhren, in welchen das Gas zur Verwerthung durch die Stadt streicht; das andere befindet sich in dem Laboratorium, der Küche, dem Studirzimmer, wo irgend Etwas, sei es Chlorwasserstoffsäure oder Kaffee gekocht werden soll.

Fig. 112.



An dieses bewegliche Schlauchende können nun sehr verschiedene Apparate gelegt werden, so z. B. Fig. 112, welches eine Berzelius'sche Lampe vollkommen vertritt, indem aus den verschiedenen Oeffnungen, welche in einem Kreise umherstehen, die kleinen Gasströme gleichzeitig austreten und eine ringförmige Flamme bilden. Ueber der Flamme befindet sich ein Cylinder von Metall, welcher die Bewegung derselben regelt, aber zugleich dient, um erwärmte Luft zuzuführen; er ist nämlich aus doppeltem Blech gemacht, die Flamme erhitzt ihn, und die durch den Blasebalg getriebene Luft erwärmt sich darin, ehe sie zur Flamme gelangt.

Ein anderer Apparat hat den Zweck, viele Flammen auf einen Centralpunkt zu führen; in der Kugel Fig. 113, versammelt sich das, durch ein Hauptrohr zuströmende Gas; die gebogenen Arme (deren natürlich statt fünf, auch zehn und zwanzig sein können) vertheilen es zwar, vermöge der Richtung aber, welche die Flämmchen erhalten, wird eine gemeinschaftliche Wirkung erzielt und zwar von so außerordentlicher Kraft, daß nicht selten ein kleiner hessischer Schmelztiegel sich darin erweicht; der Apparat ist für die Schmelzversuche, welche der Chemiker anzustellen hat, unschätzbar.

Fig. 113.



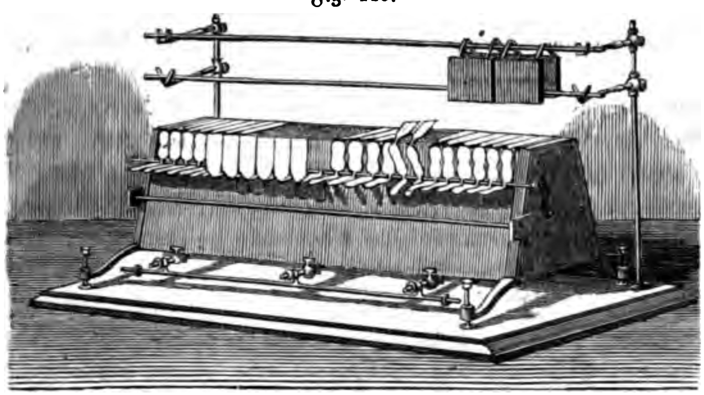
Fig. 114.



Für das Kochen und Verdampfen von Flüssigkeiten empfiehlt sich Fig. 114. Es ist dies ein hohler Kegel von Blech, welcher unten der Luft reichlichen Zutritt gestattet, oben aber durch ein feines Drahtnetz (toile metallique) geschlossen ist. Durch ein seitwärts angebrachtes Rohr strömt das Leuchtgas unter den Kegel, mischt sich dort

mit der atmosphärischen Luft und bringt, da es selbst in dieser Mischung noch leichter ist als die Luft, durch die kleinen Oeffnungen des Drathnetzes aufwärts und kann hier angezündet werden. Sobald dies geschehen, ist der Zudrang des Gases nach oben noch viel lebhafter durch den erzeugten Zug, und es entsteht eine so intensiv heizende Flamme, daß in der Regel drei Viertheile der Zufuhr durch schräge Stellung des Hahnes abgeschnitten werden müssen. Auf diesem Apparat kocht man in runden Gefäßen mit flachem Boden, und zwar mit einem Kostenaufwande, der noch nicht den zehnten Theil dessen erreicht, was seit dem Jahre 1847 der Spiritus für gleiche Dauer und gleiche Wirkung kostet.

Fig. 115.



Zur Zerlegung organischer Stoffe bedient man sich eines langen, mit sehr vielen Flammen versehenen Apparates, Fig. 115 — sonst zusammengesetzt aus dreißig und mehr Spiritusflammen, welche viel Geld kosteten, jetzt ganz wohlfeil zu unterhalten, indem man an dem einen Ende das Gas einströmen, zu den vielen Oeffnungen aber ausströmen lassen und anzünden kann. Damit nicht mehr Flammen brennen als nöthig, hat man drei Hähne angebracht, welche gestatten, immer nur ein Drittheil der Flämmchen auf einmal brennen zu lassen, und diese können durch Klappen noch geregelt, verringert werden. Ueber diese ganz schmale, aber zwei Fuß und mehr als dieses, lange Flamme, bringt man nun die Röhre, in welcher zu zerlegende Substanzen glühend gemacht, und durch welche organische Körper auf ihre Zusammensetzung geprüft werden sollen.

So hat die neuere Chemie sich zu helfen und alle ihre Einrichtungen viel bequemer und viel handlicher zu treffen gewußt.

Von einer ganzen Reihe höchst wichtiger und unentbehrlicher Instrumente werden wir in der Folge sprechen, so wie auch den Gebrauch der-

selben wie der hier nur cursorisch angeführten gelehrt werden soll; in den nun folgenden Capiteln müßten wir, bevor wir uns mit den einzelnen Elementen, so wie mit der Wechselwirkung derselben unter einander und dem beschäftigen, was daraus hervorgeht (und dies ist wahrhaft wunderbar und entlockt dem Laien manches staunensvolle Ach!), uns nach den drei Hauptkräften umsehen, welche in der Chemie wirksam sind, nach der Wärme, der Elektricität und dem Lichte.

Die erste dieser Kräfte ist wohl, seitdem es eine Chemie giebt, als wichtig anerkannt, wenigstens immerfort mit Bewußtsein gebraucht worden; nicht so Elektricität und Licht und wenn dieselben auch bei den meisten Operationen selbst thätig auftreten, so hat man sie doch gänzlich ignorirt, nur etwa zufällig bemerkt, daß ein oder das andere seine Farbe verändert, wenn es dem Lichte ausgesetzt wird, von der Elektricität aber hat man gar nichts gewußt.

Unserem Jahrhundert war es vorbehalten diese Naturkräfte kennen und anwenden, brauchen zu lernen; man benutzt jetzt das Licht, um Gegenstände hervor zu bringen, von deren Existenz man früher kaum Ahnung hatte, nicht etwa lediglich zum Färben, Abtönen, Verringern, Bleichen; nicht umgekehrt wie beim Chlorsilber zum Verdunkeln — sondern um Rohrzucker von Fruchtzucker, aufgelöste Stärke von Dextrin, Weinsäure von Apfelsäure durch den bloßen Anblick zu unterscheiden, um den Procentgehalt von Zucker in einer Lösung durch die Polarisation kennen zu lernen; man benutzt das Licht, um das Chlor mit dem Wasserstoff, um Jod mit ölbildendem Gase zu vereinigen, um Wasser durch Chlor bei gewöhnlichen Temperaturen zu zersetzen — ja das Licht hat den Portraitmaler pensionirt und den Kupferstecher auf Wartegeld gesetzt; es giebt keine treueren und keine schöneren Bilder, als diejenigen, welche das Licht gezeichnet hat. Die Elektricität ist wo möglich noch viel wichtiger geworden, man erzeugt einen elektrischen Strom und läßt durch denselben Arbeiten ausführen, zu denen der Chemiker sonst keinen Gehülfen findet; der Elektricität dankt man die Kenntniß von der Zusammensetzung des Wassers, der Alkalien, der Erden, der Kalke (Metalloxyde), durch die Elektricität schließt und löst man Verbindungen, durch die Elektricität erregt man die stärksten Hitzegrade, welche man bis jetzt kennen gelernt hat, so wie sie das hellste Licht erzeugt und die schnellsten Bewegungen hervorbringt und so treten diese Kräfte in die practische Chemie als integrirende Theile derselben und wir müssen sie kennen lernen; da wir aber dabei von einer großen Menge von Gegenständen abhängig sind, die wir erst betrachten müssen, bevor wir die Elektricität erzeugen und anwenden lernen können, so wollen wir die ausführlicheren Mittheilungen über diesen Gegenstand verschieben, bis wir in der Lehre von den Elementen

weit genug vorgeschritten sind, um mit der nöthigen Sicherheit von den gedachten Kräften sprechen und uns auf das Gesagte stützen zu können.

Kunstausdrücke der jetzigen Chemie.

Bis zu dem Augenblicke, da es Linné gelang, in das scheinbar unentwirrbare Chaos der Benennungen, welche man den Thieren und Pflanzen gegeben, eine Regel, eine Norm zu bringen, hatte man zu kämpfen mit einer so unerhörten Fluth von Namen, daß es den Gedächtnißkräften eines Cäsar (der alle Soldaten seiner Heere persönlich gekannt haben soll) unmöglich gewesen wäre, sie alle im Kopfe zu behalten. Wer eine Pflanze fand, beschrieb und benannte dieselbe gleichgültig, ob sie bereits beschrieben und benannt war oder nicht; da aber kein System vorhanden war, so war es auch gleichviel, was für ein Name dem Dinge gegeben wurde, und so beschäftigten sich zwanzig Personen mit derselben Pflanze und sie wurde zwanzigfach benannt, und da dies mit Hunderttausenden zwanzigfach geschah, so hatte man ein paar Millionen Namen zu behalten. — Es fängt leider schon wieder Aehnliches an, der Eine nennt die Pflanze Hoya crassifolia, die der Andere Asclepia carnosa nennt, der Eine heißt die schön blühende Pflanze Crassula falcata, dem Anderen ist sie eine Larrochia ꝛc.

Die Chemie ist eine neue Wissenschaft, so kann man wohl mit Recht sagen, denn was die Stifter derselben, von Lavoisier bis auf Berzelius, von der Chemie vorfanden, war nicht eine Wissenschaft, sondern ein wunderlicher Haufen von einzelnen Thatsachen und Entstellungen derselben, aus dem das Wahre vom Falschen zu sichten Mühe genug machte. Die neueren Meister derselben aber haben vom Beginn der Umgestaltung der Chemie, von ihrer Erhebung zu einer Wissenschaft, angefangen alle Willkür abzustreifen und nur gesetzmäßig zu verfahren und nicht einmal einen ungesetzmäßigen Namen auszutheilen.

So ist es gekommen, daß bei der unerhörten Menge chemischer Verbindungen, welche aus der paarweisen Vereinigung von 65 Elementen zu ein, zu zwei, zu drei bis sechs Antheilen, aus der Verbindung von drei, von vier Körpern zu eben so verschiedenen Antheilen hervorgehen, doch keine Verwirrung entsteht, doch leicht und faßlich und consequent Namen gegeben werden können, und zwar Namen, welche die Zusammensetzung anzeigen, Stickstoffoxyd, Wasserstoffoxyd, Kohlensäure (wo Stickstoff mit Oxygen, Wasserstoff und Kohlenstoff mit Oxygen verbunden ist) und Formeln,

welche nicht nur dieses sagen, sondern auch die Menge der einzelnen Stoffe anzeigen, wie NO_2 d. h. 1 Nitrogen mit 2 Oxygen; HO d. h. 1 Hydrogen mit 1 Oxygen oder CO_2 d. h. 1 Kohle (Carbo) mit 2 Oxygen. Daß dabei das Hydrogenoxyd zufälligerweise Wasser ist, geht den Chemiker nichts an, er hat es nur mit dem Wasserstoffoxyd zu thun und nur als solches hat es eine Bedeutung für ihn und nur als solches reihet er es in sein Lehrbuch oder in das Fachwerk der errungenen Kenntnisse ein.

Wir sehen aus diesen wenigen Beispielen, daß sich die Namen der Stoffe nach den Bestandtheilen, nach den Elementen richten, aus denen sie gebildet sind. Man nennt alle Verbindungen mit dem Oxygen (Sauerstoff) Oxyde, bei Anwesenheit des Sauerstoffs in größerer Menge werden diese Körper zu Säuren, da aber der Sauerstoffstufen mitunter fünf, sechs und mehr sind, so haben die Oxyde und die Säuren noch Zubenennungen, welche die Oxydations- oder Säuerungsstufen näher bezeichnen. So heißt Stickstoff mit Sauerstoff zu gleichen Antheilen, Stickstoffoxydul und wird bezeichnet mit NO, als ob bei jedem eine 1 stände. Die höhere Oxydationsstufe des Stickstoffes heißt Stickstoffoxyd, besteht aus 1 Nitrogen und 2 Oxygen; die Formel ist NO_2. Ein Nitrogen mit 3 Oxygen heißt salpetrige Säure NO_3, mit 4 Oxygen Untersalpetersäure NO_4 und mit 5 Oxygen heißt sie Salpetersäure NO_5.

Sind der Oxydationsstufen mehrere, ohne daß sie dabei Säuren werden, so hat man auch für diese höheren Verbindungen Namen, welche die Stufe bezeichnen, ohne daß das Wort Säure dabei vorkommt, so bei Mangan, Manganoxydul, Manganoxyd, Manganoxyduloxyd und Mangansuperoxyd; daß wiederum das Letztere Braunstein heißt, geht den Chemiker nichts an, für ihn existirt kein Braunstein, sondern Mangansuperoxyd. Hat aber von den Verbindungen eine die Eigenschaften einer Säure, so erhält sie auch sofort diesen Titel, so die Mangansäure und die Uebermangansäure, noch zwei andere Oxydationsstufen des Manganmetalles.

Außer dem Sauerstoff verbinden sich von den genannten Elementen noch einige in ähnlicher Art mit den Körpern, wie z. B. Schwefel, Chlor, Selen, Phosphor; dann benennt man die Verbindungen auch hiernach und bezeichnet sie auch demgemäß; so Schwefelblei, Schwefelsilber, Schwefelantimon, Schwefeleisen (PbS Plumbum Sulphur; AgS Argentum Sulph.; SbS_3 Stibium Sulph. 3 und FeS Ferrum Sulph.); so Chlornatrium, Chlorwasserstoff; so Selenblei, Selenkupfer, Selenquecksilber; ebenso Phosphoreisen, Phosphornickel, Phosphorsilber &c. Man sieht, hier ist durchgehends Consequenz nicht zu verkennen.

Die Verbindungen unterscheiden sich in Säuren und in solche, die es nicht sind; die letzteren faßt man zusammen unter dem Titel Basen und stellt

sie den Säuren gegenüber, Säuren aber und Basen verbinden sich sehr gern, und diese Verbindungen nennt man Salze. Durchaus nicht alle Oxyde sind übrigens Basen, viele sind indifferent, wohl aber sind die Basen sämmtlich Oxyde, d. h. Sauerstoffverbindungen. Die basischen Selen, Tellur- und Schwefelverbindungen haben andere Namen.

Die neuesten Untersuchungen haben gelehrt, daß die Sache sich in einiger Art verändert habe, nicht so die Benennung. Man weiß sehr gut, daß nicht in jeder Doppelverbindung eine Säure und eine Basis vorhanden ist, aber man thut so, als ob man es nicht wüßte, um nicht an einem sehr guten Gebäude zu rütteln und es zum Fallen zu bringen, bevor man ein besseres hat. Zu jener Zeit nämlich, als diese Nomenclatur geschaffen wurde, stand die Sache wirklich so; in den Salzen bildeten eine Säure und eine Basis die näheren Bestandtheile, Kohlensäure und Calciumoxyd zu Kalk, Salzsäure und Natriumoxyd zu Kochsalz; jetzt muß man unterscheiden, was stehen geblieben ist, wie z. B. die erstgedachten dieser beiden Verbindungen, und was nicht, wie die andere; denn das Küchensalz besteht nicht aus Murium und Sauerstoff als Säure einerseits, und Natrium und Sauerstoff als der Basis andererseits, sondern aus Chlor (ein nicht hypothetischer Körper wie Murium oder Mur) und Natriummetall; allein der Name Salz hat dennoch beibehalten werden dürfen, wenn man nur weiß, wie die Sache sich verhält. Ein Rütteln an solchem brauchbaren Gebäude hat seine großen Gefahren. Jetzt steht etwas allgemein Anerkanntes da, es haben die größten Chemiker unseres Jahrhunderts daran gearbeitet, die anderen Nationen, tiefer stehend als wir hinsichtlich der wissenschaftlichen Chemie, haben die ihre nach der unsrigen gebildet, unsere Nomenclatur angenommen, ja sogar unsere deutschen Namen: Pottasche, Kali, Soda, Natron (unrein und rein, Pottasche ist unreines Kali und Natron ist gereinigtes Soda), Tungstein, Kobalt, Zink, Wismuth, Nickel &c. geradezu in ihre Sprache aufgenommen, sie bedienen sich unserer Formeln und ein französisches, ein englisches Buch ist deswegen dem Chemiker in Deutschland ganz verständlich — wollten wir jetzt, von richtigeren Ansichten ausgehend, eine neue Benennungsweise einführen, so könnte sie möglicherweise viel besser sein als die frühere, allein es würde wahrscheinlich eine solche Sprachverwirrung entstehen, daß keine Nation mehr die andere verstände.

Unter den Basen sind die stärksten die Alkalien, unter den Säuren die stärksten die Mineralsäuren, so daß eine stärkere Säure die schwächere aus der Verbindung, in welcher sie sich befand, austreibt.

Von den Salzen giebt es solche, die einen Ueberschuß von Säure haben, andere, die einen Ueberschuß der Base haben, noch andere, in welchen Säure und Basis sich vollkommen neutralisiren; hiervon leitet sich wieder

ganz consequent ihre nähere Bezeichnung her — wir haben saure Salze, basische und neutrale Salze.

Prüfungsmittel sind meistens Pflanzenfarben. Die blauen Pflanzenpigmente, mit denen man weißes, nicht geleimtes Leinenpapier gefärbt hat, werden durch Benetzung mit einer Säure roth, die gerötheten Papiere werden durch ein Alkali wieder blau; der violette Veilchenshrup wird durch eine Säure roth, durch ein Alkali grün; durch Curcumma gelb gefärbtes Papier wird durch eine Säure nicht verändert, durch ein Alkali aber gebräunt oder geröthet.

Von den 65 Elementen, welche wir dem Namen nach bereits angeführt, unterscheiden sich 52 ganz auffallend von den anderen 13 durch Eigenschaften, welche wir am Eisen, Blei, Kupfer, Silber ꝛc. seit Jahrtausenden kennen; diese Elemente, welche sich den genannten nähern, nennt man um dieser Eigenschaften willen Metalle, so wie Eisen, Silber ꝛc. Die 13 anderen aber haben keine von diesen Eigenschaften, darum nennt man sie „Nichtmetalle" auch wohl Metalloide; dieser Name ist aber nicht gut, denn er giebt zu zweierlei Mißverständnissen Anlaß. In älteren Zeiten unterschied man zwischen wirklichen Metallen und Halbmetallen, solchen, die wie Wismuth, Antimon u. a. nicht hämmerbar waren; nun kamen noch die Metalle der Alkalien und Erden hinzu, Calcium, Kalium u. a., und so entstand eine confuse Zusammenstellung von Halbmetallen, leichten Metallen, alkalischen Metallen, und man nannte diese Metalloide; hierin liegt die eine Möglichkeit der Begriffsverwechselung. Dann kommen ganz neue Chemiker, welche in den 13 Nichtmetallen (die Franzosen nehmen 15 an und zählen zu den bereits S. 100 genannten, noch Tellur und Arsen, welches aber wirkliche Metalle sind, und die zu Wasserstoff und Sauerstoff zu zählen eine ganz unmotivirte Willkürlichkeit ist) noch eine Zweiheit entdeckten und Nichtmetalle oder Oxygenoide oder Chloroide nur folgende sieben: Sauerstoff, Schwefel, Selen, Chlor, Brom, Jod und Fluor nannten; die anderen sechs: Wasserstoff, Stickstoff, Phosphor, Kiesel, Bor und Kohlenstoff als metallähnlich aber mit dem Namen Metalloide bezeichneten. Dies scheint aber ganz unstatthaft, denn mit demselben Recht wie man die sieben ersten Oxygenoide nennt, kann Brom, Fluor ꝛc. verlangen, daß man sie doch lieber Bromide, Fluoride nenne — dann aber ist die Metallähnlichkeit der anderen sechs nicht weit her; dieser Unterschied nun giebt wieder Gelegenheit den Titel Metalloide falsch aufzufassen, darum bleibt man besser bei dem Worte Nichtmetalle. Der Unterschied zwischen leichten und schweren Metallen, zwischen dehnbaren und nicht dehnbaren, hat technischen Nutzen, kann aber in die Nomenclatur der Chemie nicht aufgenommen werden.

Wenn man die Verbindungen mit dem Sauerstoff Oxyde benennt, und

für die verschiedenen Oxydationsstufen, die Unterabtheilungen, noch besondere Bezeichnungen hat, so wird man für die Phosphor- und Chlor , für die Selen- und Borverbindungen gleichfalls Namen haben müssen, und auch hier hat man das Nöthige gethan, auch hier ist man ganz systematisch verfahren; man nennt die Schwefelverbindungen Sulphate, die Phosphorverbindungen Phosphate — die Verbindungen der Körper mit Jod, Brom, Chlor heißen Jodüre, Bromüre und Chlorüre, die Kohlenstoffverbindungen heißen Carbüre.

Einige der Elemente haben in ihren Verbindungen die Eigenthümlichkeit, daß sie gegen starke Säuren sich wie Basen verhalten, gegen Basen aber als Säuren auftreten — diese Körper nennt man Amphigene und zu ihnen gehört das Selen, der Schwefel, der Sauerstoff und Tellur, aber hier wie überall lassen sich scharf gezogene Grenzen nicht feststellen, denn die Natur liebt das Systematisiren nicht und sie giebt einem und demselben Körper Eigenschaften, welche ihn bald zu dieser, bald zu jener Gruppe gehörig erscheinen lassen; darum ist es überall gut sich an den Gedanken zu gewöhnen, daß die Formen, in denen der Gyps erstarren soll zu dem Bilde eines Gegenstandes, von Leim sind, welcher sich zieht und streckt, elastisch ist.

Wir wollen uns nun mit den einzelnen Elementen beschäftigen und deshalb zuerst nochmals die Namen derselben, zugleich aber auch die Formeln für dieselben angeben; im weiteren Verlauf dieser Hefte werden wir dann bei jedem neuen Elemente sehen, was aus ihm wird, wenn es sich mit dem vorher dagewesenen verbindet. So steht der Sauerstoff als erstes Glied in der Reihe da, vereinzelt, der Wasserstoff aber giebt uns schon Gelegenheit zu untersuchen, was aus ihm wird, wenn er sich mit dem Sauerstoff verbindet, der Stickstoff, was aus ihm wird, wenn er vereint wird mit Wasserstoff oder mit Sauerstoff, der Schwefel, was für Körper er bildet vereint mit einem von den drei vorhergehenden Elementen, und so werden wir nach und nach zu sehr mannigfaltigen Verbindungen gelangen, welche überhaupt den Gegenstand der Chemie ausmachen.

Die hier angegebenen Zeichen enthalten die Anfangsbuchstaben der deutschen oder lateinischen Namen und irgend einen anderen bezeichnenden Buchstaben des Wortes, damit nicht Verwechselungen vorkommen; so z. B. fangen Mangan, Magnesium und Molybdän mit gleichen Buchstaben an, ihre Zeichen sind: Mn, Mg und Mo; ähnlich ist es mit den Uebrigen, wie ein Blick auf die Tabelle zeigt; nur einige wenige, wie: Oxygen, Hydrogen, Nitrogen und Sulphur haben absichtlich die einfachen Anfangsbuchstaben, weil sie in unzähligen Verbindungen mit den anderen Elementen vorkommen und die Formeln sich dadurch einfacher gestalten.

Die 65 Elemente heißen wie folgt und haben Zeichen wie daneben stehen.

Die fünfundsechzig Elemente.

1)	Sauerstoff (Oxygen)	O
2)	Wasserstoff (Hydrogen)	H
3)	Stickstoff (Nitrogen)	N
4)	Schwefel (Sulphur)	S
5)	Selen	Se
6)	Chlor	Cl
7)	Brom	Br
8)	Jod	Jo
9)	Fluor	Fl
10)	Phosphor	Ph
11)	Kohlenstoff (Carbon)	C
12)	Bor	Bo
13)	Kiesel (Silicium)	Si
14)	Kalium	K
15)	Natrium	Na
16)	Lithium	Li
17)	Barium	Ba
18)	Calcium	Ca
19)	Magnesium	Mg
20)	Aluminium	Al
21)	Beryllium	Be
22)	Cerium	Ce
23)	Zirconium	Zr
24)	Mangan	Mn
25)	Molybdän	Mo
26)	Nickel	Ni
27)	Niobium	Nb
28)	Norium	No
29)	Osmium	Os
30)	Platin	Pt
31)	Palladium	Pa
32)	Pelopium	Pe
33)	Quecksilb. (Hydrargirium)	Hg
34)	Rhodium	R
35)	Ruthenium	Ru
36)	Silber (Argentum)	Ag
37)	Strontium	Sr
38)	Tantal	Ta
39)	Tellur	Te
40)	Terbium	Tb
41)	Thorium	Th
42)	Titan	Ti
43)	Uran	U
44)	Vanadium	V
45)	Wismuth (Bismuthum)	Bi
46)	Wolfram	W
47)	Yttrium	Y
48)	Zink	Zn
49)	Zinn (Stanum)	Sn
50)	Lanthan	La
51)	Donarium	Do
52)	Antimon (Stibium)	Sb
53)	Aridium	Ar
54)	Arsen	As
55)	Blei (Plumbum)	Pb
56)	Cadmium	Cd
57)	Didym	Di
58)	Eisen (Ferrum)	Fe
59)	Erbium	Er
60)	Gold (Aurum)	Au
61)	Iridium	Ir
62)	Kobalt (Cobaltan)	Co
63)	Kupfer (Cuprum)	Cu
64)	Ilmenium	Il
65)	Chrom	Cr

NB. Die lateinischen Benennungen sind hinzugefügt, um die Zeichen zu erklären.

Die Nichtmetalle.

Sauerstoff (Oxygen) O.

Die atmosphärische Luft, welche man früher als Element, als einfachen Stoff betrachtete, gab dem Gelehrten des vorigen Jahrhunderts Anlaß zu Forschungen, welche den rastlos umhersuchenden Engländer Priestley und den nicht minder eifrigen Schweden Scheele ziemlich gleichzeitig auf die Entdeckung der Zusammensetzung derselben führte. Im Jahre 1772 von den beiden Gelehrten unabhängig von einander gemachte Experimente belehrten sie, daß die atmosphärische Luft durch lebende Thiere verdorben würde und daß eine so verdorbene Luft nicht ferner geeignet sei das Leben der Thiere zu erhalten — daß lebende Pflanzen eine so verdorbene Luft wieder in den früheren Zustand versetzten, wodurch vor allen Dingen eine Umwandlung der chemischen Eigenschaften der atmosphärischen Luft, also ihr nicht elementarischer Charakter dargethan war. Die physikalischen Eigenschaften wurden wenig beachtet, man fand die zurück gebliebene, verdorbene Luft so durchsichtig wie vorher, und glaubte sie seien unverändert — mit den jetzigen Hülfsmitteln versehen, hätte man dies allerdings nicht mehr geglaubt, man hätte die Schwere, die Brechbarkeit der Lichtstrahlen verändert gefunden; von dergleichen feinen Ergebnissen wußte man damals noch nichts, allein das oben Angeführte war gefunden und es war von großer Wichtigkeit.

Priestley nahm nun mehrere Pflanzentheile, untersuchte dieselben auf ihre Fähigkeit die Luft zu verbessern, nachdem sie einmal durch Thiere verschlechtert worden; er versuchte auch diejenige Luft, welche die Pflanzen hergeben, für sich allein aufzufangen und er machte dies, so wie wir es bereits S. 56 angedeutet haben, er füllte, Fig. 116, eine Glasglocke mit Wasser und den frisch abgeschnittenen Zweigen im vollen Triebe befindlicher Pflanzen und nahm zuletzt, als durch Versuche vermitteltes bestes Material,

dazu jene kleinen Pflänzchen, die unter den Namen der **Priestley'schen** Materie bekannt geworden sind, Conferva bullosa und andere Conferven, wie sie in stehendem Wasser sich sehr bald erzeugen, unter anderen auch die kleinen Blättchen, welche ihre Oberfläche bedecken, die sogenannte Entengrütze oder Meerlinse (Lemna) und erhielt dadurch wirklich jene Luftart abgesondert und für sich dargestellt. Die Pflanzen wurden in die Glocke gebracht, diese wurde mit Wasser gefüllt und umgestülpt und so in ein Gefäß mit Wasser gesetzt, wodurch der Zutritt äußeren Luft so gut verhindert wurde wie das Austreten des Wassers — es bildeten sich, wenn die Pflanzen im Sonnenschein standen, auf ihrer Oberfläche eine Menge kleiner Bläschen, welche sich nach und nach trennten, aufstiegen und sich in der Wölbung der Glocke sammelten.

Fig. 116.



Der damals nicht erkannte, jetzt aber längst sehr genau ermittelte Vorgang ist nicht dieser — „Wasser giebt eine Menge dieser Gasart her, jedoch erst, wenn sich die Wände und die Oberfläche mit dieser **Priestley'schen** Materie bedecken" — sondern vielmehr „Wasser giebt nichts von dieser Gasart her — allein, wenn diese gedachten oder andere Pflanzen darin ihren Lebensprozeß durchmachen, darin wachsen, daraus Nahrung zu sich nehmen, so geschieht dies auf Kosten der im Wasser aufgelösten Kohlensäure, denn Kohle nimmt die Pflanze in sich auf, um sie in Holz zu verwandeln, den Sauerstoff der Kohlensäure scheidet sie aus und das sind die Bläschen, welche von den Blättern aufsteigen".

Priestley untersuchte die so, wie er meinte, vom Wasser losgelassene Luft, Feuerluft, dephlogistisirte Luft, Empyrealluft und fand sie ganz besonders tauglich zum Athmen, zur Unterhaltung der Verbrennung, zur Wiederauffrischung der durch darin eingesperrt gewesene Thiere verdorbenen Luft und nannte sie darum Lebensluft. Er und **Scheele**, so wie **Ingenhous** bemühten sich nun dieselbe darzustellen, ohne von der Vegetation einiger Pflanzen abhängig zu sein, und es gelang ihnen dieselbe auf sehr verschiedenen Wegen und aus sehr verschiedenen Substanzen bald rein

und bald unrein zu gewinnen, aus rothem Quecksilberoxyd und den Sonnenstrahlen durch einen Brennspiegel concentrirt: aus Braunstein oder aus Salpeter, vermöge der Glühhitze eines Ofens: aus Mennige und Salpetersäure 2c.

Die Entwickelungsgeschichte ist sehr interessant, doch zu weitläuftig, wir wollen darum gleich auf Lavoisier übergehen, der wie Davy zu den begabten glücklichen Menschen gehört, welche vermögen, die hochwichtigen, aber unscheinbaren Entdeckungen Anderer zu einem glänzenden Experiment auszubilden, und die dann für die Entdecker selbst gelten, wozu gewöhnlich die Sorglosigkeit und die Eitelkeit der Nation, der sie angehören das Ihrige beiträgt, welche sich nicht um dasjenige bekümmert, was außer ihrer Landesgrenze geschieht, und welche deshalb unabsichtlich oder absichtlich die Geschichte der Wissenschaft verfälscht. Nur der Deutsche ist ehrlich genug einer jeden Nation das Ihrige zu lassen; Engländer kannten in früheren Zeiten durchaus nicht, was im Auslande geschah, nahmen gar keine Notiz davon, sie waren sich immer selbst genug, und Franzosen erfinden alles Große und Wichtige immer zehn Jahre später zum zweiten Male.

Lavoisier gab die dephlogistisirte Luft für eine Entdeckung aus, die er gemacht und hinterlegte diese Entdeckung versiegelt bei der Akademie, nahm einige Jahre später das deponirte Schriftstück wieder zurück, um es mit einem vervollständigten zu vertauschen, und da ergab sich dann noch später bei der Eröffnung desselben in einer Sitzung der Akademie, daß er unzweifelhaft der Erfinder sei, denn sein im Jahre 1776 niedergelegtes Manuscript trug ja die Jahreszahl 1742, und Priestley und Scheele hatten ihre Erfindung erst 1744 und 1745 veröffentlicht — was konnte klarer sein!

Hat nun auch Lavoisier ganz gewiß nicht das Sauerstoffgas entdeckt, so gebührt ihm doch die Ehre, gezeigt zu haben, daß es, die Säuren bilde, daher er ihm den Namen Oxygen gab (aus dem Griechischen abgeleitet, Säureerzeuger), und gezeigt zu haben, daß es mit den Metallen verbunden, die Kalke gebe, die er deshalb Oxyde nannte. Er wies nach, daß ein an der Luft geschmolzenes und in der Schmelzhitze erhaltenes Metall von dieser Luft etwas aufnehme, dadurch schwerer werde und verkalke (oxydire); er wies nach, daß es genau um so viel schwerer würde, als die mit dem glühenden Metall verbundene atmosphärische Luft an Gewicht verliere, und er war es demnach, welcher durch eine Reihe der überzeugendsten Beweise die Unrichtigkeit der phlogistischen Theorie nachwies, deshalb auch seine neue Lehre die antiphlogistische genannt wurde.

Der Sauerstoff selbst ist ein uns völlig unbekannter Körper, er kommt isolirt, für sich bestehend in der Natur, so weit wir dieselbe haben durch-

forschen können, nirgends vor — so sehr verbreitet er auch ist, so ungeheure Massen im festen, flüssigen oder elastisch ausdehnsamen Zustande von ihm auf der Erde vorhanden sind, immer befindet er sich mit anderen Körpern verbunden, auch die Kunst, auch die größte Sorgfalt des Experimentators vermag nicht ihn isolirt darzustellen, am reinsten noch erscheint er in Gasgestalt mit der Wärme zu einem elastischen Fluidum verbunden und als solches geschmacklos, geruchlos und farblos, ist er in der atmosphärischen Luft zu einem Fünftheil ihres Gewichts und Volumens enthalten, als Gas kann er auch dargestellt werden, als Sauerstoffgas also, keinesweges aber als Sauerstoff, obwohl er als Sauerstoff, nicht in Gasgestalt enthalten ist in allem Wasser zu 8/9 des Gewichts; die Flüsse, die Meere bestehen sämmtlich zu acht Theilen von neun aus Sauerstoff, welches allein schon genügen würde ihn zu dem am allgemeinsten verbreiteten Körper der Erde zu machen; allein er befindet sich auch noch in fester Gestalt beinahe in allen Mineralien, welche nicht gediegene Metalle oder selbst Elemente sind, wie z. B. der Schwefel, demnach in allen Sandsteinfelsen, Conglomeraten, Trümmern (Sand und Kies), so wie in dem Urfels, aus welchem alle diese Trümmer und Gerölle geworden sind, im Quarz, ferner in allem Thon, in allem Kalkgestein, in allen Erzen; er bildet also, so weit wir die Erde kennen, einen Hauptbestandtheil, wahrscheinlich den allergrößten Theil derselben, d. h. unter den 65 Elementen, welche wir bis jetzt kennen, scheint der Sauerstoff das verbreitetste zu sein, scheint er vor allen anderen an Menge vorzuwalten.

Da es nun unmöglich ist den Sauerstoff isolirt darzustellen, so begnügt man sich damit, das Sauerstoffgas irgendwie zu gewinnen und dessen Eigenschaften zu untersuchen. Das Einfachste scheint, aus der atmosphärischen Luft das Stickstoffgas wegzunehmen, um das Sauerstoffgas übrig zu behalten — merkwürdigerweise hat aber der Stickstoff so wenig Neigung sich mit anderen Körpern zu verbinden, daß dieses nicht gelingen will. Umgekehrt den Sauerstoff abzuscheiden, so daß nur der Stickstoff übrig bleibt, das geht sehr leicht und geht auf sehr verschiedene Weise; das Erstere aber ist bis jetzt noch nicht gelungen.

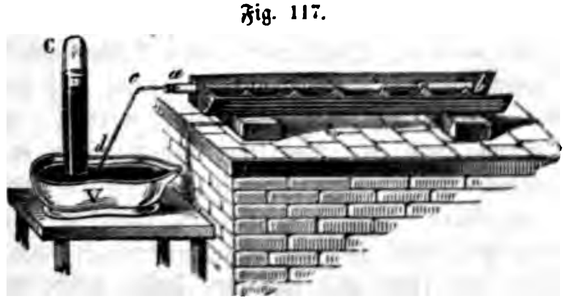
So möchte es vielleicht möglich sein den Sauerstoff aus dem Wasser zu gewinnen, worin er nicht in der Minorität, sondern in der ungeheuersten Majorität enthalten ist? — nicht also! — noch mehr Sauerstoff hinzubringen und oxydirtes Wasser bilden, das kann man wohl, aber dem Wasser seinen Sauerstoff dergestalt entziehen, daß der Wasserstoff weggefangen werde und der Sauerstoff für sich in flüssiger oder gasförmiger Gestalt übrig bliebe — geht auch nicht! außer durch Elektricität und dies ist eine sehr kostspielige und zugleich langsame und beschwerliche Methode, die man nicht anwendet

um des Sauerstoffes, sondern nur um der Elektricität willen, um eine Kraft, die wir noch gar nicht kennen, mit der wir uns erst später beschäftigen wollen. Sauerstoff bekommt man übrigens auch auf diesem Wege nicht, sondern wieder nur Sauerstoffgas.

Um zu unserem Ziele zu gelangen, werden wir uns wohl an die festen Körper wenden müssen, und hier finden wir manche, die des Sauerstoffes in großer Menge einschließen und denselben entweder abgeben an einen anderen Körper, der zu demselben eine größere Neigung oder Verwandtschaft hat, oder wir werden irgend eine Kraft suchen müssen, welche ihn etwa vertreibt, verjagt aus seiner Verbindung. Diese Kraft finden wir in der Wärme. So gut wie sich Metalle durch Erhitzung in Gegenwart von Sauerstoff mit demselben zu Oxydulen oder Oxyden verbinden, so lassen andere, namentlich diejenigen, welche man edle Metalle nennt, sich auch wieder durch Erhitzung von ihrem aufgenommenen Sauerstoff trennen.

Dies ist der Weg, den zuerst Priestley mit Erfolg einschlug, indem er rothes Quecksilberoxyd, in einer Retorte eingeschlossen, durch die Sonnenstrahlen vermöge eines Brennspiegels so erhitzte, daß es sich zersetzte, in Dampf überging, davon das verdampfte Quecksilber sich tropfenweise nieder schlug; der mit der Wärme aber in Gas verwandelte Sauerstoff als Gas aufgefangen werden konnte. Die Sonnenwärme, das reinste Feuer, frei von allem irdischen Schmutz, spielte dabei eine große Rolle — jetzt ist man darüber hinaus und bedient sich nicht mehr des Sonnenfeuers, sondern des Kohlenfeuers, wie Fig. 87 auf S. 114 dieses zeigt, oder einer Lampe, wie in Fig. 88 auf S. 115 zu sehen ist, woselbst auch die ganze übrige Zusammenstellung angegeben und beschrieben, so daß wir uns derselben hier füglich überheben können und nur ein paar andere Methoden noch anführen wollen.

Fig. 117.



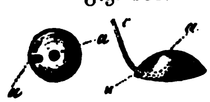
Man hat jetzt Röhren von grünem, sehr schwer schmelzbarem Glase; eine solche widersteht dem Feuer sehr, viel besser als eine Retorte von weißem Glase; man kann dieselbe ohne Gefahr direkt in das Kohlenfeuer

legen. Soll nun Sauerstoffgas in größerer Menge aus rothem Quecksilberoxyd gewonnen werden (wo man das Gas stets am reinsten erhält), so füllt man solche, Fig. 117, auf einem Ende verschlossene Röhre mit diesem Präparat, fügt einen durchbohrten, mit einer dünnen Glasröhre zur Fortführung des Gases versehenen Kork in dieselbe (welche statt der Retorte dienen soll) und leitet das andere Ende d unter die Oeffnung des Cylinders C, welcher hier in einem flachen Porzellangefäß steht.

Hat man einen Gehülfen, welcher den Cylinder hält, so unterliegt dies keiner Schwierigkeit; will man aber allein und ohne eine pneumatische Wanne und die darin befindliche Brücke operiren, so muß man sich eines kleinen Kunstgriffes bedienen.

Fig. 118 zeigt eines jener altmodischen Uhrgläser, wie sie noch in jeder Glashandlung für die ebenso altmodischen Tisch- oder Standuhren zu haben sind. Solch ein Uhrglas, so groß, daß es recht bequem auf dem flachen Boden der Schüssel liegen kann, durchbohrt man in der Mitte und feilt man ein von der Seite, wie bei a zu sehen. Unter die Seitenöffnung führt man das Gasentwicklungsrohr und auf die mittlere Oeffnung setzt man den Cylinder, der nun ganz sicher steht (falls nicht an den Tisch gestoßen wird, dann aber fiele es von der Brücke der pneumatischen Wanne, ebenso wie hier von dem Uhrglase herab).

Fig. 118.



Die Oeffnungen bohrt allerdings der Glasschleifer für ein Billiges, allein da es gut ist sich von den Handwerkern so unabhängig wie möglich zu halten, so möge hier das Verfahren angegeben werden, welches ein Jeder einschlagen kann. Auf diejenige Stelle, welche durchbohrt werden soll, bringt man einen Tropfen Terpentinöl, auf diese Stelle setzt man die eine Ecke einer recht guten, harten, dreieckigen Feile, deren äußerste Spitze man abgeschlagen hat, so daß man nunmehr also drei Ecken vorne hat, statt einer bei der unbeschädigten Feile. Durch wiederholtes Drehen und Reiben (ohne alle Gewalt) gelangt man in wenigen Sekunden dahin, daß eine Vertiefung sich gebildet hat, welche immer größer und tiefer werdend, endlich in eine ganz kleine Oeffnung ausläuft. Nun kehrt man die Tafel oder das Uhrglas um und fährt von der entgegengesetzten Seite mit der Arbeit fort die Oeffnung zu vergrößern. Jetzt wird aber die dreieckige Feile gefährlich, weil sie wie ein Keil wirkt und das Glas zersprengen kann — deshalb nimmt man eine feine runde oder halbrunde Feile, welche man mit Terpentin benetzt, und mit dieser erweitert man die Oeffnung, bis sie groß genug ist. Der halbrunde Einschnitt von der Seite wird sogleich ohne Bohrung mit der runden Feile begonnen. Wer sich mit der Chemie beschäftigt, wird sich dieses kleine Kunststück, an einem Stück Fensterglas ver-

end, sehr leicht aneignen und es dann in unzähligen Fällen sehr gut rauchen können.

Kehren wir zu der Entwicklung des Sauerstoffgases zurück, so sehen auf unserer Fig. 118 die Glasröhre ab in einem Blechkasten liegen, cher durch ein paar Ziegelsteine gestützt auf einem Heerde steht. Die hre ist mit Quecksilberoxyd gefüllt; über ihre ganze Länge erhitzt, würde zu viel Gas auf einmal hergeben; der Blechkasten hat viele Abtheilun-: man bringt die Kohlen, welche die Röhre erhitzen sollen, zuerst in die theilung, welche zunächst a ist, wenn diese beinahe leer geworden, vermehrt n die Kohlenmenge, indem man auch die nächste Abtheilung damit füllt, schreitet man nach und nach weiter bis zu dem hintersten Ende der hre, dadurch erhält man erstens sehr viel Gas, zweitens erhält man es h und nach ohne Ueberstürzung und dies ist sehr viel werth.

Fig. 119.



Fig. 120.



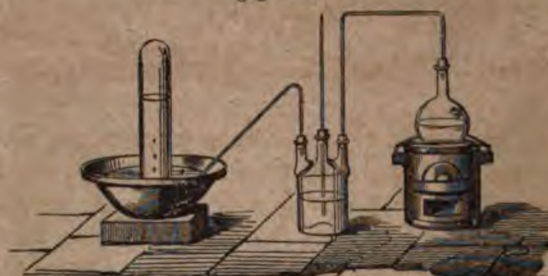
Die Entwicklung des Sauerstoffgases aus Braunstein ist S. 118 an-eutet worden. Wir sehen hier einen Ofen wie er dort unter Fig. 94 hrieben; in die Retorte, welche immer von Steingut oder Porzellan muß, bringt man das Mangansuperoxyd und fügt dann die Blech-ren an die, außerhalb des Ofens befindliche Mündung der Retorte. n läßt diese Röhre gern in eine Mittelflasche unter Wasser gehen, erst dieser steigt das Gas in den Gasbehälter A, indem man das zweite gene Rohr in die unterste Tülle d des Gasbehälters geführt hat, nach-der Stöpsel davon entfernt ist. Das Wasser entweicht nebenbei, an der auswendig angebrachten Glasröhre gh sieht man wie die Gas-ge steigt, die Wassermenge sich vermindert. Durch drei Pfund Braun-kann man vier solche Gasbehälter von je einem Kubikfuß Inhalt (diese ren schon nicht mehr zu den kleinen) füllen.

Ist die Operation beendet und die Oeffnung d geschlossen, so kann nun wieder durch Wasser, welches in das Gefäß C gegossen wird, das aus dem Behälter vertreiben, entweder durch die Mitte etwa in eine

mit Wasser gefüllte Glocke gelangen, oder aus dem Hahn c seitwärts austreten lassen.

Man kann auch aus einer niederern Oxydationsstufe des Mangans Sauerstoff entwickeln, unter Beihülfe von concentrirter Schwefelsäure, dazu dient der Apparat, Fig. 121. Man bringt in den Glaskolben, welcher auf dem kleinen Ofen steht, den wohlpulverisirten Braunstein und die Schwefelsäure. Bei der Erwärmung dieses Gemenges verliert der Braunstein zuerst einen Theil seines Sauerstoffgehaltes und geht zurück auf die niedere Oxydationsstufe, mit dieser aber verbindet sich die Schwefelsäure sehr energisch und treibt dadurch den Sauerstoff auch noch aus dieser zweiten Stufe, welches durch das Feuer allein nicht geschieht.

Fig. 121.



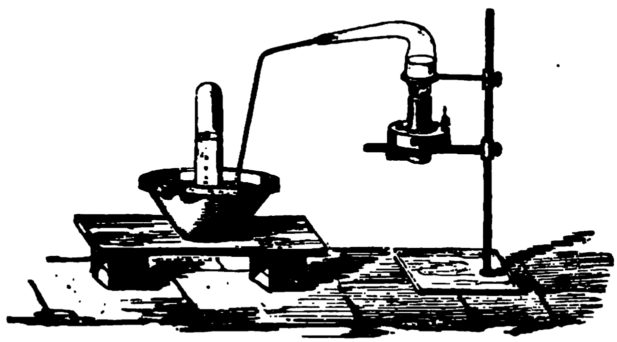
Gewöhnlich schließt der Braunstein etwas kohlensauren Kalk ein, dieser wird als die Schwefelsäure in Gyps verwandelt und die Kohlensäure wird als Gas vertrieben; natürlich geht sie also mit dem vertriebenen Sauerstoff desselben Weges. Um sie nun abzuscheiden läßt man das Gasgemenge durch das erste Rohr in eine Mittelflasche treten, in welcher Kalkmilch, eine Mengung von gebranntem Kalk (Aetzkalk) mit vielem Wasser enthalten ist. Dieser gebrannte, kohlensäurefreie Kalk ist sehr begierig nach der Kohlensäure und nimmt sie in Menge auf, wo er ihrer habhaft werden kann. Das eintretende Gasgemenge (Sauerstoffgas und Kohlensäuregas) wird sofort geschieden, die Kohlensäure tritt an den Kalk und das reine Sauerstoffgas geht aus dem oberen Raume der Mittelflasche weiter nach den Gefäßen, in denen es aufgefangen werden soll.

Die jetzt gebräuchlichste und bequemste Art der Entwickelung des Sauerstoffgases ist folgende.

In den Droguenhandlungen bekommt man zu billigem Preise ein Salz, das chlorsaure Kali, welches seinen Sauerstoff durch Erhitzung so leicht entläßt, wie ein Oxyd eines edlen Metalles. Dieses Salz wird in eine Retorte gebracht und durch eine Spirituslampe mäßig erhitzt; ein Rohr

dient dazu das Gas fortzuleiten, und man kann es auf die ganz gewöhnliche Weise auffangen, doch ist es gut, sowohl weite Röhren als große Gefäße anzuwenden, weil die Gasentwickelung sehr schnell vor sich geht.

Fig. 122.



Das Salz schmilzt bei der Erwärmung sehr bald und wird ganz dünnflüssig, später wird es zähe, wirft Blasen und schwillt auf; dabei kommt wohl der Umstand vor, daß sich an dem Boden der Retorte eine Blase Sauerstoff ablöst, welche die zähe Flüssigkeit erhebt und von der Retorte getrennt erhält, dann kann der Glasboden glühend werden, sich erweichen, ausdehnen, der Sauerstoff treibt ihn auseinander und das Experiment hat ein Ende.

Diesem Uebelstande kann man durch ein sehr leichtes Mittel begegnen. Man setzt dem chlorsauren Kali einen geringen Antheil (ein Viertheil oder Fünftheil seines Gewichts) Braunstein oder Kupferoxyd zu. Diese Beimengung hindert das Schmelzen des Salzes, erhält seine Masse porös und locker und durchdringbar für den Sauerstoff, welcher alsbald bei geringer Erwärmung entweicht und in solcher Menge, daß man die Gefäße kaum rasch genug wechseln kann. Drei Unzen des chlorsauren Kalis geben einen ganzen Kubikfuß Sauerstoffgas. Das Kupferoxyd wird dabei gar nicht verändert, und kann von dem Rückstande ausgewaschen und immer wieder von Neuem angewendet werden; es ist also lediglich das chlorsaure Kali, welches den Sauerstoff hergiebt und sich dadurch in Chlorkalium verwandelt.

Bei dieser Operation bemerkt man, daß bald der untere Theil des Gemenges glühend wird, und daß sich diese Gluth in kurzer Zeit über die ganze Masse verbreitet, worauf aber auch die Gasentwickelung beendet ist. Man weiß sich die Sache, die in der Chemie sehr wiederholt vorkommt, nicht recht zu erklären, nicht zu begreifen, darum giebt man ihr schnell einen schönen Namen. —

„Denn eben wo Begriffe fehlen
Da stellt zur rechten Zeit ein Wort sich ein!"

Der Name ist Katalyse und die katalytische Kraft bewirkt jene Erscheinung; man nennt sie auch Contactwirkung, was dasselbe sagt, aber, wie bereits bemerkt, nichts erklärt.

Es genügt an den hier angeführten Darstellungsweisen des Sauerstoffgases, zu denen man noch die aus Salpeter fügen könnte, die dann genau so ausgeführt wird, wie beim Braunstein; nur eine sehr wichtige Art, die Gewinnung durch Elektricität, dürfen wir nicht übergehen, müssen ihrer wenigstens gedenken; sie näher erörtern können wir jedoch erst, wenn wir von der Elektricität gesprochen haben werden, und wir wenden uns nunmehr zur Betrachtung der Eigenschaften und der Wirkung des Sauerstoffgases.

Das Gas auf eine oder die andere Weise gewonnen, hat, völlig rein, weder Geruch, noch Geschmack, noch Farbe und würde auf diesem Wege durch unsere Sinne nicht unterschieden werden können, auch das specifische Gewicht ist dem der Luft nahezu gleich; es wiegt in einem gleichen Volumen nur um ein Zehntheil mehr, ein rheinländischer Kubikfuß atmosphärischer Luft wiegt etwas mehr als 2⅔ Loth, ein Kubikfuß Sauerstoffgas wiegt unter gleichen Umständen (Temperatur, Druck der Luft oder Barometerstand) drei Loth. Das Sauerstoffgas ist im Wasser fast gar nicht auflöslich, wenn man dasselbe Stunden lang mit Wasser schüttelt, so ist kaum eine Spur von Absorption zu bemerken; war das Wasser dagegen ausgekocht, also von der vorher aufgenommenen atmosphärischen Luft und der Kohlensäure befreit, so nimmt es 1/25 seines Volumens Sauerstoffgas auf, dies beträgt auf zwei Pfund Wasser nur 4/100 eines Gramme, ein Gramme aber wiegt ungefähr 16 Gran Apothekergewicht; demnach würden zwei Pfund Wasser (ausgekocht gewesen) etwa ⅔ Gran Sauerstoff aufnehmen können. Aber so gering diese Quantität ist, so genügt sie doch zur Erhaltung des Lebens der Wasserthiere, welche ohne dasselbe ebenso wenig im Wasser leben können, als der Mensch und die übrigen Thiere auf dem Lande in einer Atmosphäre, welche keinen Sauerstoff enthält, leben könnten. Die Existenz aller lebenden Geschöpfe hängt von dem Vorhandensein des Sauerstoffes in der Luft oder in dem Wasser ab; bei der letzteren ist es nicht derjenige Theil, welcher Wasser bildet, der zum Athmen der Wasserthiere verbraucht wird; sondern derjenige Antheil, der in der atmosphärischen Luft, die das Wasser in seine Masse aufnimmt, enthalten ist. Diesen allein scheiden die Wasserthiere bei ihrem Athmungsprozeß durch die Kiemen aus, würden sie Sauerstoff aus dem Wasser ausscheiden, so würden für jeden Kubikzoll Sauerstoff, den sie in sich aufnehmen, zwei Kubikzoll Wasserstoffgas entweichen müssen, woraus bei der ungeheuren

Fülle thierischen Lebens im Meere und in den Flüssen — von da an, wo die poetischen Schmerlen*) und Forellen in den klaren Gebirgsbächen spielen, bis dahin, wo die sehr unschönen Haifische und Riesenpolypen Tausende von Fußen unter der Oberfläche des Meeres auf andere Thiere Jagd machen — sich denn doch nach und nach eine sehr bemerkbare, eine lästige Menge Wasserstoff in der Atmosphäre anhäufen müßte; indessen wir in der That nicht einmal leise Spuren davon entdecken können, wiewohl sich nachweisen läßt, daß, auf andere Weise erzeugt — durch Verwesung, durch Zersetzung — wohl Wasserstoff in derselben enthalten sein müsse, allein es beträgt wahrscheinlich kaum ein Bruchtheil eines Zehntausendstels, denn einen Bruchtheil eines Tausendstels würde man entdecken können.

Der Sauerstoff der Luft bedingt alles organische Leben auf unserem Planeten; so wie es jetzt da ist, könnte es ohne den Sauerstoff nicht bestehen; ob es auf anderen Weltkörpern nicht ein anderes thierisches und Pflanzenleben geben könne, ist eine andere Frage. So gut wie es Thiere giebt, welche nur in finsteren und nassen Höhlen leben, so gut wie es andere giebt, denen das Licht ein unabweisbares Lebensbedürfniß ist — so gut wie es Thiere und Pflanzen der Gewässer und der Luft giebt — ebenso kann es auch noch andere uns nicht bekannte Lebensbedingungen auf anderen Weltkörpern geben; allein auf unserer Erde sind die Bedingungen gesetzt, unter denen das thierische und das Pflanzenleben aufzutreten vermag, und dieser Bedingnngen eine ist das Vorhandensein des Sauerstoffes. Das Samenkorn, welches der Erde übergeben wird und der Embryo, der an das Licht tritt, sie sind auf das Vorhandensein des Sauerstoffes angewiesen, und obwohl der Embryo nicht athmet, so ist die erste Bewegung des neugebornen Kindes doch ein Athemzug, und würde dasselbe in einer Luft geboren werden, in welcher kein Sauerstoff vorhanden, so würde eben dieser erste Athemzug sein Tod sein.

Aber eben so wie zum Leben, so ist auch zur Auflösung des Lebendigen in seinem Urstoffe der Sauerstoff eine Bedingung, und dies ist so sehr wahr, daß, kann der Zutritt des Sauerstoffes verhindert werden, keine Zerstörung des organischen Körpers, keine Zerlegung desselben stattfindet. Alle Aufbewahrungsmittel für verwesliche Körper laufen darauf hinaus, und diejenigen sind die besten, bei denen dies am sichersten gelingt, so daß alle Künsteleien wegfallen können. Man erhält z. B. Fleisch in vollkommen frischem Zustande viele Jahre lang, lediglich durch luftdichtes Verschließen

---

*) **Wieland** und seine Zeitgenossen wissen nichts Reizenderes zu schildern, als einen ländlichen Sitz mit Wiesen und Garten und einem Schmerlenbach und einem Forellenteich, in welchem letzteren, allerdings die Forellen nur sehr [illegible]

in metallene oder gläserne Gefäße (Verlöthen oder Zuschmelzen), oder durch vollständiges Trocknen, welches natürlich jede chemische Wirkung auch beim Vorhandensein des Sauerstoffs ausschließt. So bewahrt man z. B. alle, auch die feinsten Gemüse auf: Blumenkohl, Spargel, Zuckerschoten, Hopfenkeime ꝛc.; so sind aber auch die Mumien der Aegypter seit 3000 Jahren aufbewahrt, so die von Palermo, und ebenso bewahrt noch heutigen Tages der Bewohner des tropischen Amerikas sein Fleisch auf. (Carne secco.)

Wie der Sauerstoff bei dem Lebensprozesse wirkt, ist uns ein unerforschtes (um nicht zu sagen unerforschliches) Geheimniß. Wir wissen zwar, daß schwarzroth aussehendes Venenblut, mit Sauerstoffgas geschüttelt, dieses absorbirt und hell hochroth wird, wir wissen auch, daß mit dem beinahe schwarz aus dem Herzen in die Lunge tretenden Blute dasselbe durch den Prozeß des Athmens geschieht — auf welche Weise aber, wer mag es sagen, da entschieden fest steht, daß gerade hier das Blut nicht in directe Berührung mit dem Sauerstoff tritt, daß die durch die Lunge gehenden Adern eben so gut Häute sind, Schläuche wie die Luftsäcke, Schläuche, Adern, welche man Bronchien nennt und in denen die atmosphärische Luft circulirt, oder vielmehr ein- und ausgeht, ihren Sauerstoff absetzt, Kohlensäure aufnimmt — ja es sind selbst darüber Zweifel vorhanden, ob das Blut der Lunge wirklich mit Sauerstoff gemengt wird, indem es Kohlensäure ausstößt, oder ob es nur Kohle abgiebt und diese sich mit dem Sauerstoff der Luft verbindet — allein eines oder das andere und gleichviel welches, wir wissen nicht wie es geschieht und verstecken uns, wenn uns Jemand fragt, hinter dem Worte Lebenskraft, Lebensprozeß und glauben wohl gar Etwas gesagt zu haben, in der That haben wir nur unsere Unwissenheit mit unklaren, statt mit geraden Worten eingestanden.

Man glaubt allerdings in den Blutkügelchen die Träger des Austausches zwischen Kohle und Sauerstoff gefunden zu haben; allein Alles, was heute noch wahr ist, kann morgen schon nicht mehr wahr sein. So weit man jetzt mittelst des Mikroskopes in der Untersuchung des thierischen Körpers gekommen ist, hat man erkannt, daß das gesammte Gefäßsystem der höheren, ausgebildeten Geschöpfe einen völlig in sich geschlossenen Verlauf nimmt, ohne daß irgend wo eine freie Oeffnung vorhanden wäre; es dient lediglich dazu das Blut und das Blutwasser überall hinzuleiten. Die Wände dieser Canäle, die Adern lassen nun von ihrem Inhalte etwas durch die allen thierischen Membranen eigene Austauschfähigkeit — Durchlassungsfähigkeit (Endosmose und Exosmose, die wir auch nicht zu erklären wissen, da nicht etwa siebartig die Gewebe durchlöchert sind) an diejenigen Stellen und Punkte gelangen, wo gebildet werden soll (Wachsthum, Wiedererzeugung, Vernarbung); aber dieser Bildungsstoff, dieses Plasma, hauptsächlich

Eiweiß, muß mit der Atmosphäre und mit dem Sauerstoff derselben in stetem Wechselwirken, in Austausch erhalten werden, weil, sobald dieser aufhört, eine Stockung desselben eintritt, die Bedingung der Gesundheit, ja des Lebens aufgehoben ist.

Die Blutkügelchen vermitteln diesen Austausch, diese Verbindung des eingeschlossenen Blutes mit der äußeren Luft. Die Körperchen, welche man mit dem gedachten Namen bezeichnet, sind über alle Begriffe klein; an ein ander gereihet in eine Linie gehen 200 bis 350 auf die Länge des zwölften Theiles eines Zolles, auf einen Cubus von dieser Größe, auf eine Cubik linie gehen also 8 bis 42 Millionen solcher Blutkügelchen oder Scheibchen.

Wenn dieselben, die dem Blute die Farbe geben und die in ungeheuren Mengen in dem eiweißhaltigen Blutwasser schwimmen und beim Erstarren desselben den sogenannten Blutkuchen bilden, bei ihrem Kreislauf durch den Körper in die Lungen gelangen, so geben sie einen Theil ihres Kohlenstoffes an die eingeathmete Luft ab, während sie begierig den Sauerstoff derselben aufnehmen. Sie röthen sich dabei hell, werden aber durch das mächtige doppelte Pumpwerk des Herzens sogleich weiter getrieben, zuerst zu dem Herzen zurück, dann von diesem durch den ganzen übrigen Körper und so tragen diese erfrischten, gerötheten Blutkügelchen den Sauerstoff, das Lebens prinzip in alle Bildungsregionen des thierischen Körpers, wo sie abgeben, den Bildungsprozeß befördern oder in Thätigkeit erhalten und sich dann wieder mit dem verbrauchten Kohlenstoff beladen zum Herzen zurückkehren, in der Lunge sich wieder erfrischen, nach und nach aber selbst abgestumpft werden und aus dem Organismus ausgestoßen werden müssen, was geschieht, indem sie innerhalb der Leber, in den Gallebereitungsorganen abgesondert werden und so noch zur Verseifung der genossenen Speisen dienen, aber dann mit dem unbrauchbaren Ueberrest derselben den Körper auf den be kannten Wegen verlassen.

Sie werden doch nicht? dann wird ja der Körper ärmer an Blut kügelchen und muß zu Grunde gehen, wie der Bleichsüchtige?

Die Natur hat da für den nöthigen Ersatz gesorgt. Der Magen, der Zwölffingerdarm, zerreibt und erweicht die Speisen, welche die Fleisch mühle des Gebisses zermalmt hat, und aus diesem Speisebrei saugen die Milchgefäße den sogenannten Milchsaft, welcher sich in das Blut ergießt in diesem Milchsaft sind die neuen Körperchen, welche an die Stelle der ausgebranchten treten, ihren Abgang ersetzen und das Verhältniß entweder vollkommen auf seinem Standpunkt erhalten oder es günstiger gestalten das ist in der Jugendzeit, dann wächst der Körper und bildet sich weiter aus — oder endlich nicht vollkommen den Abgang ersetzen, und dann tritt die

natürliche Folge ein: das Altern, das Schwächerwerden des Körpers,
verringerte Lebenskraft.

So hat man jetzt den Gang des thierischen Lebens aufgefaßt, all ob dieses das Richtige sei, kann Niemand wissen, wenigstens was d Athemholen und den Austausch von Sauerstoff gegen Kohlenstoff betri so scheint da die Möglichkeit zu liegen, daß es ganz anders sei, als m nach der eben vorgetragenen Lehre anzunehmen berechtigt ist.

Es treten 30 Kubikzoll Luft in die Lunge, davon sind 24 Kubik Stickstoff und 6 Kubikzoll Sauerstoff.

Es treten aber auch 30 Kubikzoll Luft aus der Lunge, diese besteh wieder aus 24 Kubikzoll Stickstoff und 6 Kubikzoll Kohlensäure, wel Kohlensäure genau die 6 Kubikzoll Sauerstoff braucht, um Kohlensäure sein. Sie ist viel schwerer als der Sauerstoff, die Kohle könnte wohl a aus dem Blut ausgeschieden, Sauerstoff kann demselben aber auf dies Wege nicht zugekommen sein, denn dieser wird eben von der Kohle auf nommen, um sich mit ihr zu Kohlensäure zu verbinden.

Ausgeathmet wird ferner eine ungeheure Menge Wasserdampf, wo die ausgeathmete Luft dergestalt beladen ist, daß der Hauch des Mund eine Spiegelscheibe selbst im hohen Sommer trübt — da ist denn wie Sauerstoff in Menge und der Physiologe ist zweifelhaft, ob der Wasserdam lediglich von den feuchten Wänden der Lunge oder aus dem Blute ab schieden wird, oder ob nicht Wasser bei dem Athmungsprozesse auf ei ganz andere Art erzeugt wird.

Es ist begreiflich, daß wir uns nicht weiter versteigen können in dies der Chemie leider vorläufig noch fremde Gebiet, das aber ist gewiß u gehört direct hierher, daß der Sauerstoff eine Bedingung des thierisch Lebens ist und daß ohne denselben alles thierische Leben aufhört. Ab wenn, so wie die Sachen jetzt stehen, bei der Anwesenheit des Sauerstoff das Leben erlischt, so fällt der Körper, der früher damit behaftet war, e recht dem Sauerstoffe anheim, er verfällt dem Chemismus vollständi Hatte die Chemie früher über den lebenden Körper keine Gewalt und muß der Gelehrte gestehen, daß da eine Menge Verwandlungen der Stoffe ei treten, über die er sich keine Rechenschaft geben könne, so ist es jetzt u gekehrt — was mit der Leiche vorgeht, ist vollkommen den Gesetzen d Chemie unterworfen. Es handelt sich hier nicht etwa blos um die Leic eines Thieres, denn eine Pflanze bietet dasselbe, Laub, Aeste, das Hol so wie das Fleisch, die Haut, die Haare; ja ausgestoßene Stoffe d Pflanzen und Thiere, die Säfte, die Excremente, alles tritt mit de Sauerstoff in Verbindung und entweicht als Gas: der Wasserstoff m dem Sauerstoff als Wasser; der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff al

Kohlensäure; der Stickstoff mit demselben als Ammoniak: der Schwefel, wenn er vorhanden ist, auch der Phosphor, mit dem Wasserstoff des verwesten Körpers zu dem so entsetzlich riechenden Schwefel- und Phosphorwasserstoff, welche wieder mit dem Sauerstoff der Luft zu eigenthümlichen Säuren werden und so fort, bis alle im Wasser lösliche Substanzen verschwunden sind und nur die eigentlichen Mineralien, welche in das Knochengerüst der Thiere eingehen, Kalk in seinen verschiedenen Verbindungen mit Kohlensäure, Phosphorsäure und Flußspathsäure, übrig bleiben.

Eine so wichtige Rolle spielt der Sauerstoff, so ist er für die Existenz unserer Welt, wie sie jetzt ist, eine unerläßliche Bedingung; allein auch die Physik und die Chemie, die Technologie, die Gesammtindustrie bedarf desselben und kann ohne ihn nicht bestehen; selbst die blasse Dinte, mit welcher mein geehrter Leser schreibt, würde nicht schwarz werden ohne den Sauerstoff, und daß er das Feuer, welches im Verlöschen ist, durch den Blasebalg oder den Hauch seines Mundes anfachen kann, rührt von dem Sauerstoff her, und daß das Licht, bei welchem er liest und schreibt, überhaupt brennt, ist Schuld des Sauerstoffs, der ungehindert zu der Flamme treten kann, und daß eine Argandt'sche Lampe besser und heller brennt als eine andere, kommt nur daher, daß der Sauerstoff nicht blos von Außen, sondern auch von Innen Zutritt zu der Flamme hat; denn der Verbrennungsprozeß ist wie der Lebensprozeß nur eine Oxydation — ist alles oxydirt, so hört freilich die Flamme der Lampe auf, wie das Lämpchen des Lebens ausgeht; bis zu dem Augenblick aber, wo das letzte Oel und der letzte Kohlenstoff desselben verzehrt ist, dauert die Oxydation, das Verbrennen fort.

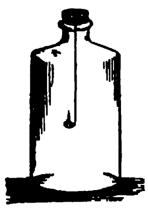
Welch einen Effekt der Sauerstoff in diesem Falle macht, das läßt sich durch Zeichnungen gar nicht, durch Worte kaum geben — das muß man eigentlich sehen, und man sieht dann die schönsten Experimente, welche die Chemie zu liefern im Stande ist.

Die nächsten Versuche hat beinahe ein Jeder als Kind bereits gemacht; einen Wachsstock mit langer Schnuppe, mit stark verkohltem Docht aus- und wieder anblasen — wer hätte diese Spielerei nicht geübt. Das brennende Licht wird ausgeblasen, weil der Hauch die glühenden Gase plötzlich abkühlt und ihnen die zum Brennen erforderliche Temperatur nimmt, die Kohle wird zur Flamme angefacht, weil man ihr den freiwillig nur sparsam zufließenden Sauerstoff in Menge zuführt.

Füllt man ein kleines Gefäß, eine weite Glasröhre, eine Medicinflasche mit weiter Mündung mit Sauerstoff und taucht nun ein ausgeblasenes Licht, einen brennend gewesenen und angekohlten, aber ausgeblasenen Span hinein, so flammt eins wie das andere plötzlich auf und brennt mit sechsmal so hoher Flamme als es in der Atmosphäre brennen würde, die

Flamme sinkt auch alsbald auf die Normalhöhe herab, wenn man das Licht oder den Span an die freie Luft bringt.

Fig. 123.



Sehr interessant und sehr glänzend sind die Versuche mit Schwamm, Kohle, Schwefel oder Phosphor, wenn man einen dieser Körper auf ein Schälchen, Fig. 123, das an einem aufwärts gebogenen Draht befestigt ist, legt, anzündet und dann in das Sauerstoffgas bringt, so sieht man Kohle und Schwamm, welche nur glimmen, mit heller Flamme aufbrennen und die ganze Flasche mit ihrer durchsichtigen Flamme erfüllen, der Schwefel giebt dabei eine hoch ausgebreitete, gleichfalls ganz durchsichtige Flamme von der schönsten himmelblauen Farbe; der Phosphor aber zeigt durch die Art seines Verbrennens ein so blendendes Licht, daß es selbst dem stärksten Auge unmöglich ist, dasselbe während der Dauer des Experimentes zu ertragen.

Fig. 124.



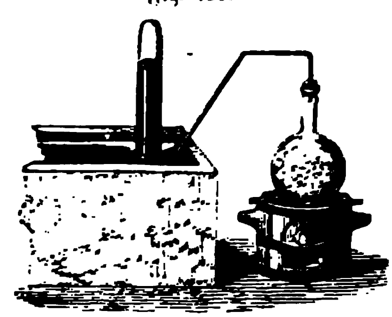
Unter eine mit Sauerstoffgas gefüllte Glasglocke, Fig. 124, deren Mündung in einem großen Becken mit Wasser steht, bringt man ein kleines Schälchen, worauf ein Stückchen Phosphor liegt. Das Schälchen muß auf dem Wasser schwimmen. Sobald das Experiment so weit vorbereitet ist, erwärmt man den Phosphor durch einen heißen Draht bis zum Entzünden, wozu nur einige dreißig Grad Temperaturerhöhung gehören, alsbald brennt der Phosphor mit einer hell glänzenden, gleichmäßigen Flamme, die wegen ihrer außerordentlichen Reinheit und Klarheit wunderschön genannt werden muß. Dieses dauert aber nur einen Augenblick, denn sofort füllt sich die ganze Glocke mit weißen Dämpfen des oxydirten Phosphors, mit der Phosphorsäure. In der Mitte derselben brennt der Sauerstoff mit seiner überaus hell leuchtenden Flamme, sie durchdringt den dicken, weißen Nebel und die Flasche sieht aus, als ob sie ein großes Stück weißglühenden Eisens wäre, welches ohne das geringste Funkensprühen leuchtet. Macht man dieses Experiment bei Abend, so schwört jeder Zuschauer, das Licht sei viel heller als das der Sonne, denn es scheint sich viel mehr als Tageshelle zu verbreiten; die brennenden Lichter und Lampen verlieren ihren Schein und die Schatten sind absolut schwarz. Dieses, nicht das zuerst aufflammende Licht des Phosphors, sondern der durch dieses erleuchtete Nebel von Phosphorsäure ist so blendend, daß man es nicht ertragen kann, und ein berühmter Maler sagte darüber dem Verf.: „Man kann nur mit dem vergleichen, was man kennt — ich habe bis jetzt das Sonnenlicht für das hellste gehalten, wenn ich aber nunmehr Vergleiche der Art machen will, so werde ich des Phosphorlichtes im Sauerstoffgas gedenken."

So sehen wir selbst einen großen Maler, dessen Augen doch gewiß sehen gelernt haben, was man nicht von Allen sagen kann — getäuscht! denn so grell und blendend und verletzend dieses Licht ist, so darf man dieses Experiment doch ja nicht im Sonnenschein vornehmen. Steht die Sonne hinter dem Beschauer, so daß er die vor ihm stehende Glocke von der Sonne beleuchtet sieht, so nimmt er nichts weiter wahr als einen sehr weißen Nebel, sehr schön von der Sonne beschienen. In solchen Fällen kann man recht sehen, wie wenig die von Menschen hervorgerufenen Kräfte an die Naturkräfte und Gewalten reichen. Diesen Vergleich mit der Sonne selbst aber ausgeschlossen, giebt es nichts Schöneres und nichts Blendenderes an Licht als das des gedachten Experiments.

Das Verbrennen der Kohle läßt sich noch auf andere Art machen; Böttcher hat in seinen Beiträgen zur Physik und Chemie, welche sich durch die leichte Ausführbarkeit der darin gegebenen Experimente auszeichnen, ein sehr glänzendes angegeben, das in Folgendem besteht.

Erhitzt man in einem dünnwandigen hohen Reagenzglase oder in einem Kolben mit ziemlich langem Halse ein paar Loth Salpeter über einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge, oder über einem kleinen Ofen mit Kohlen bis zum Schmelzen und bis zur beginnenden Gasentwickelung, und wirft man alsdann ein etwa linsengroßes Stückchen Schwefel auf die Oberfläche des geschmolzenen Salpeters, so entsteht eine überaus schöne, glänzende Verbrennungserscheinung, welche derjenigen des Verbrennens von Schwefel in Sauerstoffgas kaum entfernt ähnlich ist. Bei jener nämlich verbrennt der Schwefel mit derjenigen blauen Flamme, die uns Allen von dem angezündeten Schwefelhölzchen her bekannt, nur sehr viel größer und prächtiger ist, sie rührt von der Verwandlung des Schwefels in schweflige Säure her; bei dem gegenwärtigen Versuch ist die Oxydation eine völlig andere, der Sauerstoff ist in ungeheuerster Menge vorhanden und wird, wie er absorbirt wird, sogleich wieder durch das salpetersaure Kali ersetzt. Dieses aber, wie es seinen Sauerstoff abgiebt und zu Kali wird, befindet sich im Augenblick seiner Entstehung im Contact mit Schwefel und vereinigt sich mit demselben zu schwefelsaurem Kali und dieses ist es, welches verbrennt, und zwar mit einem Glanze, welcher dem des Phosphors im Augenblicke seiner Entzündung wenig nachgiebt.

Fig. 125.



Die Fig. 125 gestattet noch ein anderes Experiment ähnlicher Art an dieses anknüpfend zu beschreiben. Wenn alles so bleibt wie hier angeführt, man aber statt des Schwefels ein halbes Dutzend ganz kleiner Stückchen gut ausgeglüheter Holzkohle auf den geschmolzenen Salpeter wirft, so gerathen die Kohlenkörnchen in heftiges Glühen und springen und sprühen unter Entwickelung von Kohlensäure mit solcher Heftigkeit umher, daß man glaubt, das Glas müßte in tausend Scherben zerschlagen werden. Die Experimente sind jedoch ganz gefahrlos, besonders, wenn man nicht, wie ängstliche Personen wohl thun, einen Kork auf den Kolben stecken, sondern ihn offen lassen, oder wie die Figur angiebt, denselben durchbohrt und mit einem Gasentwicklungsrohr versieht, da man denn die entweichenden Gasarten unter Wasser auffangen kann.

Wird statt des gewöhnlichen der Chilisalpeter angewendet (nicht salpetersaures Kali, sondern Natron), so sind die Lichterscheinungen mit dem verbrennenden Schwefel dieselben, die Farbenerscheinung ist aber eine andere, es entwickelt sich beim Verbrennen das entschiedenste gelbe Licht und es ist zu Versuchen mit gefärbtem Licht höchst geeignet.

Daß verbrennliche Substanzen verbrennen, ist am Ende kein so großes Wunder; wenn man aber Dinge, die man im gewöhnlichen Leben für unverbrennlich hält (obwohl es keinen Körper auf Erden giebt, der unverbrennlich wäre, außer dem Sauerstoff selbst, der nicht brennt, sondern andere Körper verbrennt, oxydirt), in Flammen aufgehen sieht, so erkennt man erst die außerordentliche Kraft der Verwandtschaft zwischen dem Sauerstoff und den oxydirbaren Substanzen. Eine der schönsten Erscheinungen bietet in dieser Hinsicht das Eisen dar; ein starker Klavierdraht, sogenannte Stahlsaite (die aber gerade ganz reines Eisen ist, aus Stahl kann man nicht Klaviersaiten machen), wird über einen Bleistift spiralförmig aufgewickelt und an sein unteres Ende wird ein kleines Stückchen Feuerschwamm befestigt. Das obere sitzt in einem Kork, welcher ziemlich gut in eine große Flasche paßt, in welcher Sauerstoffgas enthalten ist, siehe Fig. 126. Sobald

Fig. 126.



man den Schwamm anzündet und denselben mit dem Draht in den Sauerstoff senkt, so brennt der glimmende Schwamm mit Flamme auf und die Spitze des Eisendrahts wird roth, wird weißglühend und nun beginnt sie mit knisterndem Geräusch und blendender Flamme zu brennen, es lösen sich rasch schneeweiß leuchtende Sterne davon ab, die ein so intensives Licht haben und so lebhafte, weit schießende Strahlen zeigen, daß man glaubt, das Licht des Blitzes sei nicht heller. Es sind dies geschmolzene Eisenpartikeln, die sich in der Weißglühhitze zu Kugeln gestalten und als solche von dem Draht abfallen; allein da sie noch

immer mit dem Sauerstoff in Berührung sind, auch noch immerfort brennen, bis sie verzehrt sind.

Die Hitze läßt sich natürlich in Graden des Thermometers nicht angeben, sie ist so groß, daß die abfallenden Tropfen nicht allein in den Boden der Flasche einschmelzen, sondern, wenn derselbe nicht viel dicker ist als die Wandung, sogar durch denselben hindurchschmelzen, die Flasche durchlöchern. Will man die Flasche nicht jedesmal unbrauchbar machen bei diesem Experiment, so muß man nicht blos einen Zoll hoch Wasser darin stehen lassen — denn dieses genügt durchaus nicht, im Wasser glüht der Eisentropfen fort und schmilzt sich in das Glas ein — sondern man muß einen halben Zoll hoch Sand hinein schütten und über diesem muß Wasser noch einen Zoll hoch stehen. Wenn nun das schmelzende Eisen abträufelt, so glüht es ohne Schaden für die Flasche unter Wasser fort, es schmilzt mit dem Sande zusammen.

Eine Uhrfeder feinerer Art, wie sie zu Damenuhren gebraucht wird, eignet sich zu diesem Experiment gleichfalls und giebt dieselbe Erscheinung.

Ein noch weniger brennbarer Körper ist derjenige, den wir als vollkommen reinen Kohlenstoff kennen, der Diamant. Im Sauerstoffgase brennt auch dieser. Das Experiment ist zwar theurer als die anderen, allein mit einem rohen Diamant für einen Thaler kann man alles Verlangte vollständig zeigen.

Man formt sich von feinem, plastischem Thon, wie er von dem Bildhauer zum Modelliren gebraucht wird, einen Kegel, ungefähr so groß und so breit wie die allgemein bekannten Räucherkerzchen. Auf die Spitze drückt man den vorher mit dem Munde benetzten Diamant, so daß er gut darauf klebt, darauf schiebt man mit einem Federmesser den Thon so weit zurück, daß der Diamant zu vier Fünftheilen frei wird und nur mit einer Stelle an dem Thon klebt. Das Experiment muß einige Tage vorher vorbereitet werden, denn der Thonkegel mit dem Diamant auf der Spitze muß vollständig trocken sein.

Fig. 12.



Ist dieses nun geschehen, so hält der Diamant ziemlich fest auf seiner Kegelspitze. Der Fuß wird auf einen steifen, zweimal rechtwinklig umgebogenen Draht gesteckt oder auf ein Blechschüsselchen gestellt, welches in gleicher Weise auf einem Drahte steht. Das Erstere ist sicherer, bei dem Letzteren kann durch eine geringe Erschütterung der Thonkegel von dem Schüsselchen herab fallen und dies würde natürlich das Experiment unterbrechen.

Den Diamant hält man nunmehr am besten in die [illegible]flamme eines Döbereiner'schen Feuerzeuges: wenn [illegible]

nicht hat, so thut eine stetig brennende Spirituslampe auch die nöthigen Dienste. Der Diamant sitzt auf dem Thonkegel, der Thonkegel steckt auf dem Draht, dieser ist in einen Kork eingelassen, welcher gut in die Mündung der Flasche paßt, alles ist so weit vorbereitet, daß es nur eines Augenblickes bedarf, um das Experiment zu vollziehen und dieses ist nöthig, denn ein Stecknadelknopf bleibt nicht lange glühend.

Der Experimentator nimmt den Draht in die Rechte und hält die offene, mit Sauerstoff gefüllte Flasche mit der Linken zu. Er stellt die Lampe nahe an die Mündung der Flasche und bringt nun die Spitze des Thonkegels mit dem Diamant in die Flamme. In dem Augenblick, wo dieser hellglühend geworden ist, verläßt die linke Hand die Mündung der Flasche und die rechte versenkt den Draht mit dem glühenden Diamant hinein, bis derselbe die Mitte der Flasche einnimmt und der Kork die Mündung bedeckt.

Was nun geschieht, muß man sehen, beschreiben läßt sich's nicht. Die Erscheinung der hell leuchtenden Venus, wenn sie in der Sonnenferne am Abendhimmel steht, im blendendsten Glanze ist matt und nichtssagend dagegen und dennoch ist die außerordentliche Ruhe des überaus schönen Lichtes jener Erscheinung wieder in gewisser Art ähnlich, denn es ist nichts sprühendes, flackerndes dabei, sondern ein planetarisch ruhiges Licht, nur von solcher Stärke, daß schwache Augen es nicht ertragen.

Wenn der Diamant verbrannt ist, so befindet sich in der Flasche reine, farblose Kohlensäure — die tödtliche Gasart, welche der zu früh verschlossene Ofen, welche der Mensch, welche der mit Schwefelsäure übergossene Kalk aushaucht, eine Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff, und hiermit ist dargethan, daß der Diamant nichts ist als Kohlenstoff in reinster Gestalt. Wenn wir doch wüßten, wie S a u e r s t o f f in reinster Gestalt aussieht.

Wir sehen an diesen Experimenten, daß Sauerstoff in Gasgestalt nicht nur die unverbrennlichsten Körper zum Verbrennen bringt, sondern daß er überhaupt zu jeder Verbrennung (Oxydation) unerläßlich ist, daß er dabei vorhanden sein muß und daß, wo er fehlt, die Verbrennung nicht eintreten kann. Dasjenige, was wir im gemeinen Leben Verbrennung nennen, was leuchtet, was Wärme erzeugt, kann daher ebenso wenig ohne den Sauerstoff bestehen, als dasjenige, was der Physiolog oder der Chemiker Verbrennung nennt, der Lebensprozeß, der Oxydationsprozeß, und wo der erstere mit Lebhaftigkeit eintreten soll, oder wo man energisches Licht, große Hitze entwickeln will, da muß man Sauerstoff in möglichster Menge zuführen.

Der absichtlich veranlaßte Zug beim Heizen, beim Brennen der Lampe, ist nichts weiter, als das Bestreben diesem Bedürfniß zu genügen, Sauer-

stoff zu dem Brennmaterial zu führen; schließt man die Gänge, durch welche diese Zufuhr geschieht, so hört das Feuer zu brennen auf. Dies ist es, was die luftdichten Ofenthüren bewirken sollen.

Die Atmosphäre ist, wie wir bereits erfahren haben, das allgemeinste, größte Sauerstoffreservoir für alle solche Zwecke, wenn wir also atmosphärische Luft zu irgend einem Feuer führen, so nimmt das Feuer aus dieser Luft seinen Bedarf an Sauerstoff. Allein in dieser Luft sind vier Fünftheile eines, für die Verbrennung ganz indifferenten Stoffes, des Stickstoffes — dieser bringt Nachtheil, dieser zerstört einen Theil der Wirkung des Sauerstoffes. Der letztere nährt das Feuer und giebt ihm durch sein Zuströmen mehr Intensität, größere Wärme; der Stickstoff nimmt aber von dieser Wärme sogleich für sich dasjenige weg, was nöthig ist, um ihn selbst zu der Temperatur zu erhöhen, die das Feuer hat, mit anderen Worten: er kühlt die Brennmaterialien ab.

Jedermann weiß, wie leicht es ist, ein Licht, eine Lampe auszublasen — dies rührt nur daher, daß der Hauch des Mundes die brennenden Gase entführt und den brennbaren Stoff (Docht mit Wachs, Oel rc.) so abkühlt, daß eine fernere Verdampfung und Zersetzung nicht eintritt — hiermit hört das Brennen auf. Aber nicht eine Lampe, ein ziemlich starkes Küchenfeuer kann man ausblasen, wenn man ihm plötzlich kalte Luft in genügender Menge zuführt.

Ein sehr leichtes und sehr auffallendes Experiment zeigt dagegen die Wirkung eines warmen Luftstromes auf eine höchst lehrreiche Weise. Es giebt Lampen, welche das Oelgefäß unter dem Brenner haben; diese haben also keine hindernden Arme und gestatten die Anwendung eines zweiten Cylinders, nachdem der erste, welcher wie bei allen Lampen mit hohlem Docht diesen umschließt, seine Schuldigkeit die Flamme zu regeln, gethan hat. Man setzt also, wenn die Lampe gut im Brande und in dem richtigen Verhältniß an Höhe des Dochtes und von Zuführung der Luft ist, einen zweiten weiteren Glascylinder auf die Lampe, so daß er den ersten von oben bis unten ganz umschließt und mit seinem unteren Rande auf demjenigen Gefäße steht, in welches das, dem Docht etwa zu viel zugeführte Oel abtröpfelt; dieses hat an seiner Oberfläche diejenigen Oeffnungen, durch welche die Luft nach der inneren Höhlung des Dochtes strömt. Durch den zweiten umschließenden Cylinder wird nun Folgendes bewerkstelligt: Da er alle Oeffnungen, welche Luft zu dem Docht führen, umschließt, auch diese, welche die Luft zur Außenseite des Dochtes führen, so kann in diese Oeffnungen und zu diesem Dochte keine andere Luft, als solche, die aus eben diesem Cylinder geschöpft wird; das ist aber solche, in deren Mitte ein sehr heißer Glascylinder steht, derjenige, in dessen

Innerem die Flamme brennt; die Luft, welche zu dieser Flamme will, strömt mithin längs des heißen Cylinders abwärts und dann erst in die Flamme hinein — und die Folge davon ist, daß die Flamme augenblicklich um das Doppelte und mehr als dieses erhöht wird. Die Luft zwischen den beiden Glascylindern erhitzt sich an dem innersten derselben und strömt so heiß zur Flamme; der Sauerstoff nährt sie und der heiße Stickstoff kühlt sie nicht ab, somit brennt sie so viel besser und heller, als sie weniger von ihrer Hitze herzugeben braucht, um den Stickstoff fortzuschaffen, was nur durch Erhitzung geschehen kann.

Blasebalg, Cylindergebläse, Centrifugalgebläse sollen weiter nichts als die verlangte Menge Sauerstoff zu dem Feuer bringen; könnte man die Luft, welche sie führen, stark erwärmen, so würde man außerordentlich an Brennmaterial sparen. Man kann es und man thut es auch häufig, aber bei weitem nicht oft genug, denn auch selbst bei Hochöfen könnte man das möglich machen, was der Schmidt dadurch bewerkstelligt, daß er die Luft, die zu seinem Feuer getrieben wird, zuvörderst durch ein langes, spiralförmiges Kupferrohr gehen läßt, welches sich über dem Feuer seiner Esse befindet, dort die Hitze auffängt, die gänzlich ungenutzt durch den Rauchfang entweicht und von dieser Wärme viel abgiebt an die Luft, die durch seine Höhlung getrieben wird.

Bei Hochöfen und anderen großen Feuerungsanlagen dürfte man ein starkes Kupferrohr, nur in das Gemäuer selbst, etwa sechs Zoll weit von der inneren Höhlung legen, so würde es von Ablauf des ersten Tages an schon heiß genug sein, um die immerfort hindurchströmende Luft reichlich mit der nöthigen Temperatur zu versehen, und es würde sich hier natürlich eine noch viel bedeutendere Ersparung erzielen lassen, wie bei einem kleinen Schmiedefeuer.

Könnte man aber den Sauerstoff der Luft benutzen, ohne den Ballast des Stickstoffes, so würde natürlich noch viel mehr gewonnen sein. Für die Leuchtthürme, wo die Wichtigkeit des Gegenstandes schon erheischt, daß man ganz von dem Kostenpunkte absehe, geschieht es wohl, daß man eine Argandt'sche Lampe mit mehreren concentrischen Dochten statt der Luft mit reinem Sauerstoffgase speist, und der Erfinder dieser Beleuchtungsart, Garney, will sogar behaupten, daß die Ersparniß an Oel (für gleiche Grade von Helligkeit hervorgebracht, durch Zuführung von atmosphärischer Luft oder durch Zuführung von Sauerstoffgas) dasjenige aufwiege, was man an Kosten zu verwenden hat, um das hierzu nöthige Sauerstoffgas zu erzeugen.

Vermöchte man den Sauerstoff der Luft in Gasform zurückzuhalten und den Stickstoff fortzuschaffen, wie man das entgegengesetzte Experiment

r leicht machen kann, so wäre das Verlangte gewonnen: leider ist aber
ses bis jetzt noch nicht möglich gewesen, selbst auf einem Umwege ist es
ht thunlich, wie man wohl glauben möchte — rothes Quecksilberoxyd
bt durch Erhitzung Sauerstoff her und entläßt das Quecksilber wenn
h dieses nun wieder mit dem Sauerstoff der Luft verbände, so könnte
m es abermals dazu brauchen, um den Sauerstoff von ihm abzuscheiden,
ein das Vorausgesetzte geschieht nicht. Mangansuperoxyd giebt bei der
hitzung ziemlich viel Sauerstoff ab — wenn dasselbe, nachdem es so zum
heile reducirt, sich an der Luft mit dem Sauerstoff verbände, so könnte
vielleicht von Neuem gebraucht werden — allein das Vorausgesetzte ge
hieht nicht — das Quecksilber verbindet sich mit dem Sauerstoff der Luft
wenig zu rothem Quecksilberoxyd (außer durch eine langdauernde Ope
tion), wie das reducirte Mangan sich wieder höher oxydirt.

Es giebt jedoch einen Körper, welcher von Boussignault heraus
unden worden und zu diesem Zwecke sehr geeignet ist, vielleicht führt
ssen Benutzung zu weiteren, noch mehr praktischen Versuchen und zu Re
taten, die dem Zwecke, Sauerstoffgas in großen Mengen zu erhalten,
ch besser entsprechen.

Das Oxyd des Bariummetalles, welches man gewöhnlich Baryt nennt,
m durch Kunst in eine höhere Oxydationsstufe versetzt werden. Wenn
n Stücke dieses Minerals in eine Porzellanröhre bringt, bis zum Glühen
itzt und dann durch Gebläse gewöhnliche atmosphärische Luft darüber
et, so nimmt es den Sauerstoff dieser Luft begierig auf und verwandelt
aus Bariumoxyd in Bariumsuperoxyd; es entweicht dann aus der
hre nur der Stickstoff, der Sauerstoff ist durch die Maschen des Siebes,
ch die Poren des Schwammes zurück gehalten werden. Wenn man nun
Maschen dieses Siebes erweitert, oder den Schwamm ausdrückt, so
t der aufgenommene Sauerstoff in Gasgestalt fort.

Dies geschieht auf folgende Weise. Man hemmt das Zuströmen der
osphärischen Luft und erhitzt den überoxydirten Körper stärker als er
her bei der Oxydation erhitzt gewesen ist. Dadurch läßt er den auf
ommenen Sauerstoff los, und nun kann man denselben in einem Gas
älter auffangen und wird dadurch dasjenige erhalten, was kurz vorher
Bariumoxyd aus der atmosphärischen Luft aufgenommen hatte.

Nunmehr unterbricht man die Operation der Gasentwickelung und be
nt die vorige wieder, die der Desoxydation der atmosphärischen Luft
enn es gestattet ist diesen Ausdruck zu brauchen, da allerdings die Luft
Oxyd des Stickstoffes ist). Man läßt die Temperatur des Baryts
as niedriger werden, und sobald dasselbe, oder das Rohr, in dem es
halten, nur noch dunkelroth aussieht, führt man wieder durch ein Ge

[illegible] Bariumoxyd [illegible] Stickstoffgas ent- [illegible] das Mineral aber- [illegible] den Zutritt [illegible] es wird dadurch ge- [illegible] auffangen und [illegible]

[illegible] geben bei jeder [illegible] 22—24 [illegible] Verfahren [illegible] 24 [illegible] mit 20 Pfund [illegible] 120 [illegible] viel billigere [illegible] Salpeter, oder chlor- [illegible] welches eine Röhre [illegible] kann, ohne das [illegible] zu verstärken, so sieht man [illegible] 600—900 [illegible] in kurzer Zeit und [illegible] wenn man nur einmal [illegible] allerdings dies zum [illegible] Minute 800 Kubik- fuß atmosphärische Luft braucht, so wäre man mit jenen 800 Kubikfuß Sauerstoff in fünf Minuten fertig; für dergleichen Anlagen ist die Sache also noch nicht praktisch, noch nicht reif, allein Rom wurde auch nicht in einem Tage erbaut und man kann nicht wissen, ob man nicht noch andere Methoden entdecken wird, welche noch viel günstigere Resultate geben. Die Hauptschwierigkeit für die Anwendung im Großen dürfte wohl die Herstellung so ungeheurer Gasometer sein, als sie für solchen Zweck gebraucht werden: sollte z. B. ein Hochofen aus solchem Behälter gespeist werden und brauchte man in jeder Minute nur 100 Kubikfuß (vorausgesetzt, daß diese 800 Kubikfuß Luft ersetzen, weil dabei nicht nöthig ist, die viermal so große Masse Stickstoff zu erhitzen und durch den Raum des Ofens fortzuführen), so müßte man ein Gebäude von 60 Fuß Länge, eben solcher Breite und 120 Fuß Höhe haben — die Hälfte davon für den Wasserbehälter, die andere Hälfte der Höhe für den darauf schwimmenden Gasbehälter, und drei dergleichen wären zum unausgesetzten Betriebe nöthig — ein Jeder sieht ein, daß auf solche Weise die Sache nicht zu machen sei und daß man auf die atmosphärische Luft als den allgemeinsten Sauerstoffgasbehälter recurriren müsse.

Wir haben in dem eben Angedeuteten gesehen, daß der Sauerstoff der Mineralien sich gasförmig herstellen läßt; umgekehrt, daß unter bestimmten Verhältnissen der gasförmige Sauerstoff der Luft sich mit den

Mineralien zu [illegible] [illegible] Natur [illegible] Verbindungen nach gewissen [illegible] herbeizuführen, [illegible]

[illegible] sich [illegible] als [illegible] — [illegible] und [illegible] können, [illegible] Mineralien [illegible] in der Luft [illegible] Aber eben deshalb, [illegible] nur übergegangen ist, [illegible] ferner [illegible] gelangt, [illegible] Thiere, welches [illegible] wenn auch [illegible] solcher Menge, daß [illegible] noch erst für [illegible] Kohlensäure leben können, [illegible] selben bemächtigt [illegible] Mischungsverhältniß kam.

Nunmehr tritt die Wissenschaft und darauf gestützt die Kunst und die Industrie auf, zieht ihren Nutzen aus dem Bestand der Dinge und macht ihre Geschicklichkeit im Trennen und Zusammensetzen geltend.

Die Gewinnung der Metalle z. B. wird fast durchgängig so bewerkstelligt, daß man die Erze derselben von ihrem Sauerstoff befreit. Sind es sogenannte edle Metalle, so ist ihre Ausscheidung aus dem Erze, falls dasselbe wirklich nur ein Oxyd ist, sehr leicht; es genügt lediglich die Erhitzung — wir haben es bereits an dem Quecksilber gesehen. Bei anderen Metallen braucht man andere Stoffe als Zusatz, um dem Metalle den Sauerstoff zu entlocken und das Metall rein zurück zu lassen.

Wir werden bei den Metallen finden, daß die edlen gewöhnlich nicht mit Sauerstoff vererzt sind, sondern entweder gediegen, d. h. in reinem Zustande, oder mit einem anderen Metalle, wie Silber mit Blei oder Kupfer — oder mit Schwefel, wie z. B. Quecksilber zu Zinnober vereinigt vorkommen. Es mußte jedoch der Vererzung mit Sauerstoff, wie selten sie auch vorkomme, gedacht werden, um zu zeigen, daß ein Unterschied in der Gewinnung des Metalles aus dem Sauerstofferze statt finde, je nachdem dasselbe ein edles oder ein unedles Metall ist.

Scheidet man den Sauerstoff von dem edlen Metalle lediglich durc Erhitzung ab, so genügt dieses keinesweges bei unedlen, und dieses ist gena genommen der einzige Unterschied zwischen edlen und unedlen Metallen; be den letzteren ist die Verbindung mit dem Sauerstoff eine viel festere, un um sie zu lösen bedarf man außer der Wärme immer noch eines andere Körpers, gewöhnlich der Kohle, wiewohl der Wasserstoff eben so gut, i vielen Fällen noch besser geeignet wäre, wenn er nur nicht schwer zu be schaffen und theuer wäre. Der Chemiker fragt nach dem letzteren nicht der Industrielle muß dieses, denn auf dem Preise des Mittels beruht seh oft die Anwendbarkeit desselben.

Die Kohle aber mit einem Erze gemengt und erglühet, zeigt gewöhn lich eine viel größere Neigung zu dem Sauerstoff als das Metall. Durc Glühen wird die Verbindung gelockert, welche zwischen Metall und Sauer stoff bestand; die Verbindung zwischen Kohle und Sauerstoff wird abe dadurch eingeleitet und nun tritt durch dieselben Umstände ein entge gengesetztes Resultat ein, die Hitze, die Gluth, welche das Eisenoxy zur Entlassung seines Sauerstoffs geneigt macht, veranlaßt im Gegenthe die Kohle, diesen Sauerstoff aufzunehmen, so wird das Metall frei und di Kohle gefesselt, zu Kohlensäure.

Diese Verwandtschaft der Kohle zum Sauerstoff ist so groß, daß sie di am leichtesten oxydirbaren Metalle an der Oxydation hindert. Wenn ma Blei, Zinn, Zink und andere Metalle schmilzt und im Glühen erhält, wäh man den Tigel mit Kohlenpulver bedeckt, so bleibt die Oberfläche des ge schmolzenen Metalles ganz blank und spiegelnd. So wie man die Koh entfernt, zur Seite schiebt, kann man dies wahrnehmen, aber auch nu wenige Augenblicke, denn sobald die schützende Decke hinweg genommen is tritt die Oxydation ein und es bedeckt sich alsbald die Oberfläche mit ein blinden Haut, Zinnoxydul, Bleioxyd, oder es vereinigt sich das Metall manch mal mit einer solchen Heftigkeit mit dem Sauerstoff, daß eine lebhafte, blenden Lichterscheinung die Begleiterin dieser Oxydation ist. Die bekannte, je immer mehr das schädliche Bleiweiß verdrängende weiße Malerfarbe, da Zinkweiß, wird auf keine andere Art bereitet, als daß man zuerst das Me tall unter dem Schutze der Kohlendecke schmelzen und erglühen läßt, dan diese Decke entfernt, worauf alsbald ein höchst intensiv leuchtender Ve brennungsprozeß eintritt und wenn man die sich bildende Oxydschicht (da ist eben das Zinkweiß) immer wieder entfernt, das Zink bis auf die let Spur verbrennt.

In diesen beiden Thätigkeiten, in dem Eingehen des Sauerstoffes a Verbindung mit anderen Elementen (Oxydation) und in dem Ausscheide desselben aus vorhandenen Verbindungen, besteht die Wirksamkeit de

Sauerstoffes und in ihnen liegt die ungeheure Wichtigkeit dieses Elementes, denn wir könnten ebenso gut und bequem leben ohne Gold oder ohne Blei, nicht aber ohne Sauerstoff.

Wasserstoff (Hydrogen) H.

Mit der Geschichte, mit der Entwickelung der neueren Chemie ist die Geschichte der Gase auf das Innigste verwandt. Während man früher nur „Luft" kannte, und da es denn doch Luft gab, welche nicht die Eigenschaften derjenigen hatte, welche wir gewöhnlich einathmen, man diese verschiedenen Eigenschaften aber nicht auf die Verschiedenheit der Luftarten von einander schieben konnte, da man nur eine Luft kannte, so nannte man so verändert erscheinende „verdorbene Luft".

Zuerst kam Block, ein junger Chemiker zu Edinburg, kaum 24 Jahr alt, auf die ganz neue Entdeckung, daß der Unterschied zwischen gebranntem, kaustischem Kalk und gewöhnlichem Kalkstein darin bestehe, daß mit dem (kaustischen) Kalk eine eigene Luftart fest verbunden sei; von der Festigkeit, mit der die Verbindung geschlossen, nannte er die Luft: „fixe Luft". Er fand, daß dieselbe fixe Luft in den Alkalien enthalten sei und daß die Anwesenheit derselben sie milde, die Abwesenheit sie ätzend mache und er schrieb seine Inaugural-Dissertation über diesen Gegenstand, und er war so neu, daß man ihm deshalb eine Lehrerstelle der Chemie an der Universität Glasgow übertrug; dies geschah 1755. Bald bemühten sich andere tüchtige Leute um diesen Gegenstand, nur hörte man sie klagen, daß derselbe (der Gegenstand, die fremde Luftart) so schwer vereinzelt darzustellen, so schwer zu halten, abzusperren sei — natürlich — ein Stück Metall läuft nicht fort, es bleibt liegen wo man es hinlegt, eine Flüssigkeit bleibt wenigstens in einem Gefäße liegen, nicht so eine Luftart, die verbreitet sich in dem allgemeinen Gasbehälter, den wir Atmosphäre nennen, wie sich Wein oder Milch in dem allgemeinen Flüssigkeitsbehälter, den wir Meer nennen, verbreiten würde.

Da half Heinr. Cavendish. Er erfand i. J. 1765 den sogenannten pneumatisch-chemischen Apparat, dasselbe Ding, welches wir pneumatische Wanne nennen, und welches wir schon S. 114 in Fig. 87 gesehen, nur mit dem Unterschiede, daß es nicht elegant, aus Spiegelscheiben mit

messingenen Einfassungen zusammengesetzt war, sondern sehr einfach au einer hölzernen Wanne bestand, wie sie ein jeder Böttcher um ein Billige (oder jetzt um ein Theures) macht. In solcher hölzernen Wanne befan sich die Brücke von Blech über den Rändern hängend, darauf stand der m Wasser gefüllte Cylinder um das Gas aufzunehmen, und in solchem ein fachen, aber höchst zweckmäßigen Apparat fing Cavendish die Gasarte auf, die er entwickelte; er hatte sie nun abgesperrt und konnte si untersuchen, ohne daß sie ihm davon liefen, sie waren unter Wasser ein gesperrt.

So unterstützt, gelang es Cavendish nachzuweisen, daß alle die Ar ten fixer Luft, welche er aus verschiedenen Alkalien gewann, ganz gleich Eigenschaften hatten, identisch waren, ein sehr bedeutender Fortschritt i der Lehre von den Luftarten; aber gleichzeitig lehrte Cavendish uns ein Gasart kennen, die er brennbare Luft nannte, die, lange Zeit mit andere brennbaren Luftarten verwechselt, nun auf einmal als eine eigene Gasar von ganz besonderen Eigenschaften auftritt. So fand er, daß dieselbe neun mal leichter sei als atmosphärische Luft (ganz rein ist sie über 14mal s leicht, so konnte aber der gelehrte Mann vor 100 Jahren sie noch nich darstellen), daß sie brenne, daß sie mit atmosphärischer Luft gemengt un entzündet, explodire, und daß sie in atmosphärischer Luft verbrennend „ein Art von Thau erzeuge, indessen sich dabei die Menge der atmosphärische Luft verminderе".

Aus diesen dürftigen Anfängen entstand nach und nach das Wichtigste die Kenntniß der Zusammensetzung unzählig vieler Körper aus wenige verschiedenen Gasen; das Wasserstoffgas aber trat seiner besonderen Eigen schaften wegen bald in den Vordergrund.

Man erzeugte dasselbe damals dadurch, daß man in eine zweihalsig Flasche, Fig. 128, Eisen oder Zink in verkleinerten Zustande, Nägel und Drehspäne schüttete, die ein Mündung mit einem Gasentwicklungsrohr, die ander mit einem Trichter versah und durch diesen letztere verdünnte Salz- oder Schwefelsäure goß. Es ent wickelte sich sogleich das Gas in einer Menge Blasen, die Mengung begann sich zu erwärmen, lebhaft zu kochen und man sagte nun, man habe dieses Ga aus Metall entwickelt — wenn man aber Salpetersäure anwandte, „s gaben dieselben Metalle eine andere Gasart" — man sieht i diesen Worten den niedrigen Standpunkt, auf dem das Wissen in diese Hinsicht noch stand in jener gar nicht so fernen Zeit — während Astronomi

Fig. 128.



und ihre Hülfswissenschaft, die Mathematik.* [illegible] der [illegible] auf einen Standpunkt geschwungen hatte, der unsere Zeit befähigt den Gipfel zu erreichen, befand sich die Chemie noch in den Kinderschuhen am Fuße des gläsernen Berges und suchte nach Knöchelchen, um sie als Stufen zu gebrauchen, wie uns das alte Kindermärchen sehr naiv lehrt.

Das Gas brannte. Man stellte den Versuch so an, daß man die Gasentwicklungsröhrchen gerade aufrichtete, Fig. 129, und das oberste Ende in eine Spitze auszog, aus der dann das Gas ausströmte und angezündet werden konnte.

Fig. 129.

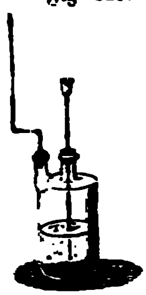
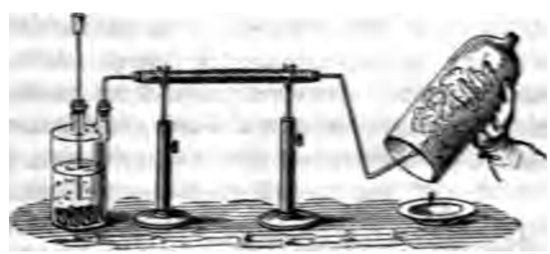


Fig. 130.



Man fühlte aber wohl, daß hiermit noch nicht viel gewonnen war. Das siedende Gemisch von Säure, Wasser und Metall warf eine Menge Wasser empor und entwickelte viel Wasserdämpfe, die den Versuch sehr ungewiß und unzuverlässig machten. — Es gab aber Materialien, welche begierig nach Feuchtigkeit, diese aufzusammeln im Stande waren — Aetzkalk, salzsaurer Kalk. Man füllte eine Röhre mit gröblich zerkleinerten, sehr trocknen Stücken dieses Materials und ließ das entwickelte Gas durch diese Röhre strömen. Nun kam es ziemlich trocken aus der Mündung heraus.

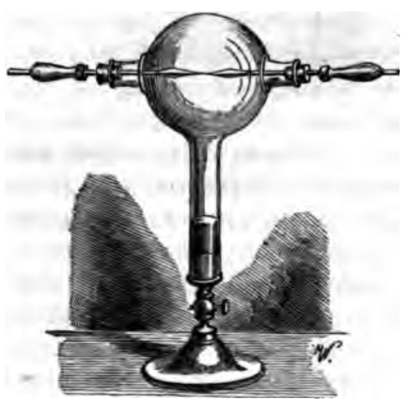
Eine große Glasglocke wurde schräg über das Endrohr des Apparates gehalten, wie die Fig. 130 zeigt; allenfalls auch etwas weiter darüber geschoben, wie hier zu sehen, damit die Feuchtigkeit, welche sich bildete, „die Art Thau, welche erzeugt werde," nicht entweiche, sondern sich an den Wänden der Glocke ohne Verlust niederschlagen könne. Der Erfolg war dann, daß sich „diese Art Thau" zu immer größeren Tropfen versammelte,

*) Dies ist wahrscheinlich sehr frevelhaft gesprochen, der Mathematiker wird sagen: „die Mathematik ist gar keine Hülfswissenschaft, sie ist die eigentliche und die einzige Wissenschaft, Astronomie ist nur ein kleiner Theil der angewandten Mathematik!" Nun nichts für ungut!

die endlich zusammenrinnend in eine untergesetzte Schüssel träufeln l
wobei die Untersuchung das überraschende Resultat ergab, daß di
zusammengeronnenen Tropfen reines Wasser seien, farblos, gesch
wie destillirtes oder frei aufgefangenes Regenwasser.

Nun stellte man die Versuche auf mannigfach abgeänderte Weise wieder von Neuem an und so kam es, daß man endlich die Ent machte, das Wasser sei aus zwei Luftarten, der dephlogistisirt (Sauerstoff) und der brennbaren Luft (Wasserstoff) zusammen geset noch bis in die zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts pflanzte si Experiment mit der Wasserbereitung auf diesem Wege von Mund zu von einem Professor der Chemie auf den anderen fort und in jeder Cabinet physikalischer Apparate war dieser, wenn schon mit einiger derung, manchmal gefährlicher Art — zu finden; so wurde von Fi Hermbstädt, Turte und anderen Lehrern jenes Zeitraumes fo Experiment gemacht: In eine Glaskugel mit einem Halse, Fig. 13 in einen Ballon oder großen kolben war von zwei einander über stehenden Seiten eine Oeffnung gebohrt und auf je selben eine messingene Fassun dicht gekittet, welche gestatte Metallspitzen in der Mitte de lons einander beliebig zu deshalb waren in den Fa Stopfbüchsen angebracht u Handhaben dienten dazu die hervorgehende Reibung leich überwinden.

Fig. 131.



Der Hals des Kolbens gleichfalls eine Fassung mit Hahn versehen und mit einem so flach und eben gedreheten Fuß, d selbe auf den Teller einer Luftpumpe gesetzt und dadurch von d entleert werden konnte. Soll nun das Experiment gemacht werd vereinigt man Sauerstoffgas mit Wasserstoffgas in dem Verhältniß zu 2 und läßt hiervon einen geringen Theil, vielleicht den hundertste des Inhalts der Kugel, in dieselbe treten. Sie ist luftleer, es also erstens nichts hinein als Sauerstoffgas und Wasserstoffgas in b ter Menge, man hat also Zahlenwerthe; zweitens kommt so wenig daß beim Ausdehnen dieser geringen Quantität durch die Erhitz Zersprengen des Apparates nicht zu befürchten ist — in der Voraus

nz richtig, in der That [illegible] das [illegible] der
laskugel wiederlegt — [illegible], wenn man [illegible] Gas
menge anwendet.

Die Glaskugel enthält jetzt [illegible] des Wassers, es kommt
r darauf an sie zu entzünden: dies [illegible] den elektrischen Fun
, den man von einer der Drahtspitzen [illegible] anderen überschlagen
t. Alsbald hört man einen [illegible] Schall — den Schlag der
plosion, welcher sich in dem [illegible] Raum, nicht bemerklich
chen kann — und man sieht einen [illegible] die Wände der Kugel
rziehen, natürlich nur wenn es kalt [illegible] ist — im Sommer wird man
s Experiment fünfzig mal [illegible] man etwas Deutliches
ht; im Winter aber und in einem [illegible] Zimmer [illegible] man
bei der dritten Wiederholung [illegible], daß man darüber nicht
hr zweifelhaft sein kann.

Durch die Entzündung der beiden Gasarten ist ein Volumen Wasser
mpf gebildet worden, welches zwei Drittheile der Menge entspricht, die
m angewendet hat: zwei Maaß Wasserstoff und ein Maaß Sauerstoff
ben zwei Maaß Wasserdampf. Dieser Wasserdampf kann sich an den
änden niederschlagen, da man aber nur ein Hunderttheil des Inhalts des
fäßes zu dem Experiment anwendet, so muß man es hundert und fünf
Mal wiederholen, bevor die Glaskugel ganz voll Wasserdampf mit der
mosphäre in gleicher Spannung ist, wo sich denn endlich allerdings so
el Wasser sammelt, daß man es wägen, messen, untersuchen kann.

Alles dieses, wie umständlich es war, geschah, um die Verhältnisse
tzustellen und das Aufgefundene unzweifelhaft zu machen. Jetzt verfährt
m allerdings ganz anders, jetzt aber hat man auch ganz andere Mittel
d jetzt sind die Thatsachen auch bereits so feststehend, daß man um des
len die Experimente gar nicht zu machen nöthig hätte.

Der Wasserstoff ist ein Bestandtheil des Wassers und wird jederzeit
s demselben entwickelt, wenn man das nach ihm genannte Gas braucht.
asserstoffgas wird nicht aus Eisen oder aus Zink gewonnen, sondern diese
den Metalle oxydiren leicht genug, um den Sauerstoff des Wassers an
zu ziehen; die für die entzogene Menge Sauerstoff nöthige Menge
asserstoff wird dadurch frei und kann folglich vereinzelt aufgenommen
rden.

Der einfachste Fall ist der, wo man Wasser und ein solches leicht
ydirbares Metall zusammenbringt. Unter den Metallen sind einige, die,
e Natrium und Kalium, sich überaus leicht mit dem Sauerstoff verbin
n. Stellt man einen mit Wasser gefüllten Cylinder in ein anderes grö
es Wassergefäß, so mit der Oeffnung nach unten, wie man es zu thun

pflegt, wenn man Gase auffangen will; bringt man nun ein kleines Stückchen Kalium oder Natrium fest in ein kleines, aber genügend das Metall umschließendes Stück Papier gewickelt unter den Cylinder, so wird, da dieses Metall leichter ist als Wasser, es sofort emporsteigen und auf die Oberfläche des Wassers — oder da der Cylinder ganz gefüllt ist, an dessen oberste Wölbung gelangen. Da unterdessen das Papier durchgeweicht ist, so tritt nun das Wasser mit dem Metall in Berührung und alsbald findet auch die Oxydation desselben statt, wobei durch die heftige Gasentwickelung das Papier auch sofort beseitigt wird und das frei gewordene Kalium oder Natrium nun unmittelbar mit dem Wasser in Berührung ist, Wasserstoff sich entwickelt und bald den ganzen Cylinder füllt.

Fig. 132.



Wir haben den Vorgang, der hier eintritt, mit dem Namen Wahlverwandtschaft bezeichnet; die neuere Chemie nennt ihn vielleicht richtiger Substitution. Es war Sauerstoff mit dem Wasserstoff verbunden — zwei Körper zu einem dritten, dem Wasser. — Dem einen dieser Körper wird jetzt ein anderer substituirt — statt des Wasserstoffes bietet man dem Sauerstoff einen anderen Körper dar, das Kaliummetall. Gut sagt der Sauerstoff — das will ich mir gefallen lassen — geh Wasserstoff! ich lasse dich frei und verbinde mich mit dem Kalium; wieder zwei Körper zu einem dritten, dem Kali, dem Aetzkali.*)

Der Wasserstoff ist damit auch nicht unzufrieden, er kann sich ausdehnen, er kann sich breit machen, aus dem engen Schnürleib, in das er sich bis auf ein Zehntausendstel seines Volumens zusammengepreßt hatte, tritt er auf einmal in den Crinolinrock, der vorgiebt etwas zu sein und nichts ist. Wir haben Wasserstoffgas.

Man kann statt des Kaliummetalles Zink oder Eisen nehmen, ein anderes leicht oxydirbares Metall; es geschieht ganz dasselbe, nur sehr viel langsamer und überdies nur auf kurze Zeit, der Fortgang der Operation wird durch das Resultat der Operation unterbrochen. Zink oxydirt im Wasser, d. h. es entzieht demselben seinen Sauerstoff und wird damit zu Zinkoxyd — allein sobald die geringste Menge Oxyd gebildet ist, sobald der leiseste Anflug desselben das blanke Metall bedeckt, hört die Berührung

*) Kali wäre genug, wenn man darunter nicht gewöhnlich das kohlensaure Kaliumoxyd verstände, Kohlensäure ist hier nicht vorhanden, es entsteht also nur Kaliumoxyd oder Aetzkali.

des Metalles mit dem Wasser und somit die fernere Oxydation auf. Das Oxyd also schützt das Metall vor der Fortsetzung der Oxydation.

Warum geschieht dies nicht beim Kaliummetall? wird mit Recht der Leser fragen! Weil das Kaliumoxyd im Wasser auflöslich ist und von diesem sofort weggespült wird wie es entsteht. Kalium löst sich im Wasser sowenig auf, wie Zink in Schwefelsäure, Kalium wird zu Kaliumoxyd und dieses ist im Wasser löslich.

Wenn man nun bei demselben Experiment mit dem Zink eine Flüssigkeit anwenden könnte, welche das, aus der Berührung des Wassers mit dem Zink gebildete Zinkoxyd auflöste, hinwegschaffte, die Oberfläche des Zinkmetalles immer rein und zur Berührung mit dem Wasser geeignet erhielte, so würde wohl dasselbe geschehen, was bei dem Kalium geschieht, fortwährende Oxydation und in Folge dessen Befreiung von Wasserstoffgas aus seinen bisherigen Banden.

Wir wollen es versuchen: Wir bringen geraspeltes Zink, gefeiltes Eisen in Wasser — nichts Bemerkbares geschieht. Nun gießen wir durch den Trichter, Fig. 133, Schwefelsäure oder Salzsäure dazu — alsbald geschieht Etwas. Mit dem Wasser vereint ist jetzt eine Säure, sie ist durch eben dieses Wasser verdünnt: das Wasser oxydirt das Eisen oder den Zink, die Schwefelsäure löst das Eisenoxyd oder Zinkoxyd auf — mit dem Metall kann sich die Säure nicht verbinden, das ist keine Basis, wohl aber Zinkoxyd, das ist eine starke Basis und so bildet sich schwefelsaures Zinkoxyd; indeß das Metall sich stets auf Kosten des Wassers oxydirt und die Säure stets das gebildete Oxyd fortrafft, um sich damit zu einem neuen Körper zu verbinden.

Wo bleibt nun der andere Theil des Wassers, wenn der Sauerstoff desselben stets zur Oxydation verwendet wird? Nun das ist ja eben der Wasserstoff, der in Gasgestalt frei wird und so *erzeugt* man dieses Gas *nicht* sowohl, als man dasselbe abscheidet aus einem anderen Stoffe, dem Wasser, dessen Sauerstoff man einen ihm stärkeren verwandten Körper darbietet.

Die Metalle, welche man verwendet, sind niemals chemisch rein: so enthält z. B. der Zink immer etwas Kohle, auch wohl nicht ganz unbedeutende Spuren von Arsenik, ebenso etwas Schwefel. Bei der Zersetzung des Wassers nimmt der Wasserstoff im Entwicklungsaugenblicke (**Status nascens** besonders geeignet zur Aufnahme des nächsten, was sich zur Verbindung darbietet) diese Substanzen auf und wird damit verunreinigt; überdies wird mit demselben immerfort Wasserdampf entwickelt. Dies alles, was nicht zum Wasserstoffgase als solchem gehörig, muß man

abscheiden können und die Chemie lehrt dieses, denn sie muß die Körper absolut rein haben, wenn sie deren Eigenschaften studiren soll.

Fig. 134.

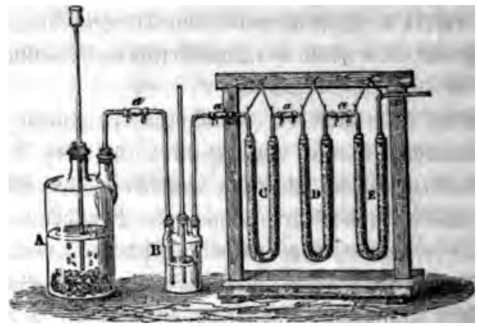


Fig. 133.

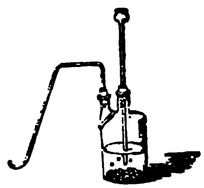


Fig. 134 zeigt einen, hierzu höchst zweckmäßig eingerichteten Apparat. In der Flasche A wird das Gas entwickelt durch Oxydation des Zinks. Dasselbe geht durch die gebogene Röhre fort, denn die lange, gerade Röhre dient zur Einfüllung der Säure, sie reicht bis unter den Wasserspiegel, aus ihr kann kein Wasserstoffgas entweichen.

Das umgebogene Ende des Glasrohres ist auf die, uns bereits bekannte Art durch einen kurzen Kautschukschlauch mit einem anderen verbunden, welches abwärts nach B, einer Mittelflasche mit drei Hälsen führt. In dieser Flasche befindet sich Kalkmilch, Aetzkalk mit Wasser angerührt. Die erste Röhre führt aus dem Gasentwicklungsapparate nach dieser Flasche und reicht weit in die Kalkmilch hinein, so daß alles Gas zuerst durch diese Flüssigkeit streichen muß, bevor es weiter gehen kann; hier wird das gröbste abgesetzt. Schwefelsäure, Kohlensäure verbinden sich leicht mit dem Kalk, der Wasserdampf wird zum Theil niedergeschlagen; allein das gekohlte Wasserstoffgas und das geschwefelte Wasserstoffgas, welche beide einen sehr üblen Geruch haben, werden hier noch nicht beseitigt; dazu dienen die Uförmig gebogenen Röhren C, D und E, alle mit Gummischläuchen unter einander verbunden, wie die Stücke a, wo eine an die andere stößt, zeigen. In jeder dieser Röhren ist eine Substanz, zu welcher die Stoffe, die man fortschaffen will, lebhafte Verwandtschaft haben.

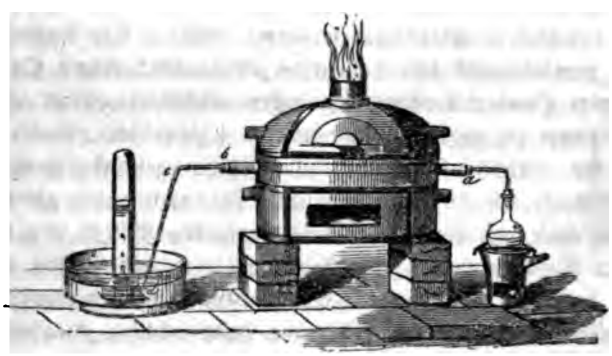
In C befinden sich zerbröckelte Bimssteinstückchen, mit einer concentrirten Auflösung von kaustischem Kali befeuchtet. Sobald das verunreinigte Gas durch diese Röhre streicht, nimmt das Kaliumoxyd die Verbindung des Wasserstoffs mit der Kohle auf; dasselbe geschieht mit der Schwefelverbindung, es bleibt nun noch etwa Arsenikwasserstoffgas und die Feuchtigkeit übrig.

Um das Erstere zu beseitigen, läßt man das Gas durch eine zweite Röhre D streichen, welche gleichfalls mit zerbröckelten Bimssteinstücken gefüllt ist; diese aber sind mit einer Auflösung von Aetzsublimat benetzt und der Arsenikwasserstoff wird von diesem sofort aufgenommen, das Gas geht, von seiner Beimengung gereinigt, hinweg.

Es bleibt nur noch die Feuchtigkeit, der Wasserdampf übrig. Um ihn zu beseitigen, füllt man die dritte Röhre E mit trocknem, salzsaurem Kalk, mit Chlorkalk; dieser ist höchst begierig nach dem Wasser und nimmt die Dämpfe, welche noch mitgegangen sind durch die anderen Röhren, vollständig in sich auf, so daß das Gas selbst getrocknet aus der Mündung der letzten Röhre entweicht.

Wir haben hier gesehen, auf welche Weise das Gas gewonnen werden kann, nicht wie man glaubte aus den verschiedenen Metallen, sondern mit Hülfe der Oxydation der Metalle aus dem Wasser; allein man kann auch den Ungläubigsten von der Falschheit der früheren und der Richtigkeit der jetzigen Ansicht überzeugen, wenn man das Gas auf folgende Art darstellt, welche noch überdies, wenn es im Großen, zu beträchtlichen Massen geschehen soll, die wohlfeilste Darstellungsweise ist.

Fig. 135.



Wir haben bereits S. 93 von der Operation selbst gesprochen, dürfen also hier nur noch oberflächlich berühren. Wir sehen hier in Fig. 135 einen länglichen Ofen dargestellt, in dessen lebhaftem Feuer ein eisernes Rohr ab liegt, welches inwendig mit locker aufgehäuftem blankem Eisen (spiralförmig gewickelter Draht ist das beste, kleine Nägel leisten auch etwas, wenn sie jedoch bereits eine Oxydhaut haben, weniger als blankes Eisen) gefüllt ist. Auf der rechten Seite unserer Zeichnung, bei a ist eine Retorte oder ein Kolben befindlich, welcher Wasser enthält, über einem kleinen Kohlenfeuer steht, wodurch es ins Kochen gebracht wird und dessen Mün-

dung luftdicht mit dem Rohr ab verbunden ist, so daß die durch das Kochen entwickelten Dämpfe gezwungen sind durch das Eisenrohr zu strömen.

Auf diesem Wege findet der Wasserdampf aber glühendes Eisen vor sich und dieses zersetzt den Dampf, indem es von ihm den Sauerstoff aufnimmt und damit oxydirt, indessen es den zugehörigen Wasserstoff entweichen läßt. Wir sehen auf der anderen Seite des Ofens den Weg vorgeschrieben, welchen das abgesonderte Gas zu nehmen gezwungen ist. Aus der Röhre ab wird es durch die gebogene Röhre c unter das Wasser einer pneumatischen Wanne oder Schüssel geführt, in der ein umgekehrter Cylinder steht, der zur Aufnahme des Wasserstoffgases bestimmt ist. In dem Wasser werden auch noch die Dämpfe des Wassers, welche vielleicht unzersetzt über das Eisen fortgegangen sind (indem des Wassers möglicher Weise zu viel für den Gang der Operation in Dampf verwandelt wurde), niedergeschlagen, wodurch denn das Wasserstoffgas ganz rein und frei von jeder Beimengung wird.

Es ist dieses die wohlfeilste und bequemste Art Wasserstoffgas in großen Mengen darzustellen; aus jedem Kubikfuß Wasser bekommt man circa acht Kubikklafter Wasserstoffgas, und zwar so rein und so leicht, wie es ohne eine verwickelte Operation sonst nicht dargestellt werden kann.

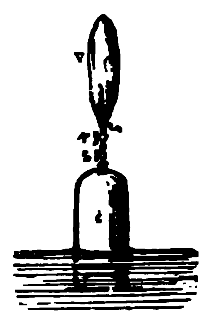
So hat man Luftballons an denjenigen Orten, an denen man nicht das noch viel billigere Leuchtgas haben kann, gefüllt. Die Apparate müssen allerdings ziemlich groß sein, allein da es eigentlich keines Ofens bedarf, sondern einige Hundert trocken aufeinander geschichtete Ziegel genügen um einen Feuerraum zu gewähren, in dem eine 4 Zoll dicke und 15 Fuß lange eiserne Röhre mit Nägeln gefüllt, zum Glühen gebracht werden soll und eine Destillirblase, die 10 Kubikfuß Inhalt hat, auch nichts gar so Seltenes ist, so kann man nach einmaliger Anschaffung des Kessels und des Rohres die übrigen Anschaffungen: Ziegelsteine, Holz ꝛc. mit 30 bis 40 Thalern sehr wohl bestreiten und man hat dann ein Gas, welches zum Mindesten zehnmal so leicht ist als atmosphärische Luft, indessen dasjenige, welches die Gasbeleuchtungsanstalten liefern, nicht viel weniger als halb so viel wiegt (das erstere 1/10, das andere 1/2 des Gewichts der Luft), wodurch der Vortheil sich noch viel mehr auf die Seite des selbstbereiteten neigt, indem man mit einem Ballon auskommt, dessen Inhalt ein Viertel von dem mit Leuchtgas zu füllenden beträgt.

Wasserstoffgas ist der leichteste Körper, welchen die Chemie bis jetzt kennt, er wiegt 14½ mal so wenig als atmosphärische Luft; d. h. will man einen kubikfußgroßen Raum mit Wasserstoffgas füllen, so weit, daß er so schwer wird, als wenn Luft darin wäre, so würde man 14½ Kubikfuß Wasserstoffgas hinein pumpen müssen. Das Gewicht eines Kubikfußes Luft

igt, wie wir bereits wissen, $2\frac{2}{3}$ Loth, ein eben so großer Raum Wassergas wiegt nur $45\frac{1}{2}$ Gran. Wegen dieser großen Leichtigkeit kam schon er als alle anderen Naturforscher, Lichtenberg in Göttingen darauf, Blase damit zu füllen um sie steigen zu lassen, allein es gelang nicht, der Stoff derselben, die thierische Membrane, zu schwer war, mehr als die Luft, welche die gefüllte Blase verdrängte — wäre sie z. B. sammt der eingeschlossenen Luft (Wasserstoffgas) ein Loth schwer gewesen hätte sie den dritten Theil eines Kubikfußes eingenommen, so würde doch haben liegen bleiben müssen, denn sie wog mehr als den dritten il des Kubikfußes, den sie durch ihre Füllung aus der Stelle drängt. entging dem deutschen Professor die Erfindung des Luftballons, welche französischen Papiermüller gelang, obschon er sich viel schlechterer ffe bediente.

Man läßt jetzt zollgroße Blasen von Collodium steigen, weil der Stoff t genug ist, früher hat man Seifenblasen angewendet. Um dies unternde Experiment zu machen, füllt man auf die bereits beschriebene Weise Blase mit Wasserstoffgas durch Niederdrücken einer ke in Wasser. Die verdrängte Luft geht in die Blase, aus dieser nun kann man das Gas durch Druck mit Hand weiter befördern.

Fig 136.



Um Seifenblasen damit zu erzeugen, taucht man die ndung des Hahnes, Fig. 136 (ohne daß eine Spitze n gesetzt wird), in Seifenwasser und drückt nun so Luft hinaus als nöthig, um eine mäßige Blase zu n, welche sich leicht von dem Metall trennt und sofort or schnellt. Bei einiger Uebung kann man Blasen sechs Zoll erzielen, welche nicht nur bis an die merdecke steigen, sondern sich im Freien so hoch ern, daß man sie aus dem Gesicht verliert.

Die Ballons, welche man aus Collodium gemacht käuflich erhält, en natürlich noch viel besser zu solchen Versuchen, denn sie halten die ziemlich lange ohne Austausch; der demnächst beste Stoff zu kleinen lons wird unter dem Namen „Goldschlägerhäutchen" verkauft, es ist ut des Schafes. Hiervon kann man größere oder kleinere Bälle fert, indem man die nach einer Schablone geschnittenen Streifen durch mmi zusammenklebt. Schon ein Ball von 4 Zoll Durchmesser kann zum igen gebracht werden — er wiegt etwa 5 Gran, die eingeschlossene art $1\frac{1}{2}$, macht $6\frac{1}{2}$; die Luftmenge aber, welche er verdrängt, wiegt a $12\frac{1}{2}$ Gran, so steigt er in derselben noch mit einer Kraft von sechs n empor, das ist sehr viel, es ist nämlich die Hälfte des Gewichts der

Luft, der Gewichtsunterschied des Ballons mit Gas und einer gleich großen Masse Luft verhält sich wie 1 zu 2.

Nachdem es dem Papierfabrikanten Montgolfier gelungen, große papierne Ballons zum Steigen zu bringen, benutzte Professor Charles in Paris das Wasserstoffgas zur Füllung viel kleinerer, aber dieselben Dienste thuender Ballons von Seidenzeug; sie hatten 12 bis 30 Fuß Durchmesser und hatten, obwohl von sechsmal geringerem Inhalt als die Montgolfier'schen, doch eine sehr bedeutende Tragekraft. Wenn der Ballon eine vollständige Kugel ist und 30 Fuß Durchmesser hat, so ist der Inhalt über 14000 Kubikfuß. Die atmosphärische Luft würde in dieser Masse beinahe 1200 Pfund wiegen; das Wasserstoffgas zur Füllung des Ballons von derselben Größe wiegt aber nur 150 Pfund (nämlich das aus Säuren und Zink oder Eisen bereitete, welches schlecht und an acht mal leichter ist als atmosphärische Luft), es bliebe demnach noch eine Steigekraft von 1050 Pfund übrig; der Ballon, die Netze, die Seile, Gondel, Personen, Proviant, Ballast etc. dürften also 800 Pfund und darüber wiegen, um dem Ballon noch immer eine Steigekraft von 250 Pfund zu lassen.

So darf man aber den Ballon nicht füllen, sonst würde er bei einer Höhe von 1000 Fuß schon platzen. Je höher man steigt, desto dünner, weniger lastend ist die Luft; das im Ballon eingeschlossene Gas findet also weniger Widerstand und dehnt sich diesem geringeren Druck entsprechend aus, das Seidenzeug nicht, es würde mithin eine Zerreißung stattfinden, deshalb füllt man den Ballon etwa nur zur Hälfte; nun ist aber auch die Rechnung eine andere. Der Ballon hat jetzt nur 7000 Kubikfuß Inhalt, diese verdrängen nur 600 Pfund von der atmosphärischen Luft, wenn nun dazu 75 Pfd. Wasserstoffgas kommen, so bleiben noch 525 Pfd. für den Ballon und alles vorher Genannte; allein auch dieses genügt schon um ein paar Leute zu tragen und nun ist die Gefahr nicht so groß; allein, wenn der Ballon bis auf die Höhe von 14000 Fuß stiege, würde das eingeschlossene Wasserstoffgas — nur unter dem halben Druck, doch den ganzen Ballon ausfüllen und bei fernerem Steigen würde derselbe zerrissen werden. Um dies zu verhindern hat man oben im Ballon eine große, mit einer Klappe verschlossene Oeffnung angebracht, durch welche man nach Belieben Gas auslassen kann, und durch ausgeworfenen Ballast vermag man auch bei verringertem Volumen des Ballons noch zu steigen.

Die Art der Füllung zeigt die Fig. 137. Wir sehen den Ballon an einem einfachen Gestelle hängen, bereits mit dem Netz bedeckt, nebenbei stehen mehrere Tonnen um einen Bottich her, in welchem ein umgestülptes Faß befindlich, das bestimmt ist das Gas aufzunehmen, welches in den Fässern aus verdünnter Salzsäure und Drehspänen von Zink bereitet wird. Die

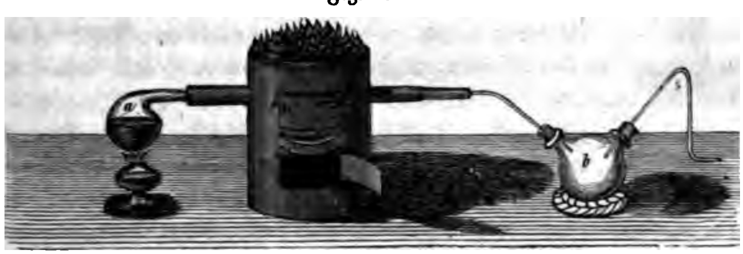
Röhren leiten dasselbe unter das Wasser des Bottichs, worin die Dämpfe und die mitgerissenen Partikeln der Säure zurückbleiben und das vollständig brauchbare, wenn auch feuchte und keineswegs reine Gas sich in der umgekehrten Tonne sammelt und aus dieser vermöge eines weiten Schlauches in den Ballon gelangt.

Fig. 137.



Diese Art der Füllung ist jedenfalls die theuerste; daß man Gas in genügender Menge auf dem Wege der Zersetzung des Wasserdampfes bekommen könne, mag man früher nicht gewußt haben; allein gewiß ist, daß wenn man den Apparat, Fig. 138, sich so vergrößert denkt, daß die Retorte a eine kupferne Destillationsblase, der Ofen räumlich genug, um ein vierzölliges und 10 bis 15 Fuß langes Rohr in lebhafter Gluth zu halten, und die Vorlage b ein Wassergefäß von ein paar Eimern Inhalt, aus dem letzten Rohre eine solche Quantität des Gases strömen würde, daß sie genügte den Ballon in einer Stunde zu füllen, und dieses Gas würde noch viel besser und viel leichter sein als das aus verdünnten Säuren entwickelte.

Fig. 138.



Der Ballon gefüllt und mit der Gondel versehen, hat dann gewöhnlich die Gestalt, welche unsere Fig. 139 zeigt. Das Netz, welches über denselben gebreitet, ist von Seide, damit es möglichst leicht und doch stark sei, es bedeckt den Ballon mehr als zur Hälfte und sein Zweck ist die Gondel daran hängen zu können, damit der Ballon sie nicht mit seinem unteren Ende zu tragen brauche, sondern sie gewissermaßen auf seinen Rücken geladen habe. Das schwache Zeug selbst würde die ihm zugemuthete Last gar nicht zu tragen vermögen.

Mit solchem Ballon ist Gay Lussac mit Arago und später allein bis zu einer senkrechten Höhe von 27000 Fuß aufgestiegen. (Sagt er!)

Das Wasserstoffgas ist keine giftige Gasart wie z. B. die Kohlensäure, es darf, so wie der gleichfalls unathembare aber nicht giftige Stickstoff, der Luft in nicht geringer Menge beigemischt sein, ohne die Functionen des thierischen Lebens zu beeinträchtigen. Reines Wasserstoffgas allerdings ist wie reines Stickstoffgas keinesweges geeignet den Athmungsprozeß zu unterhalten; dieses kann lediglich der Sauerstoff. Darum stirbt ein Thier in Wasserstoffgas den Erstickungstod, so gut wie ein Licht darin erlischt; denn das Wasserstoffgas kann zwar brennen, aber nicht die Verbrennung eines anderen Körpers unterhalten.

Fig. 139.



Fig. 140.

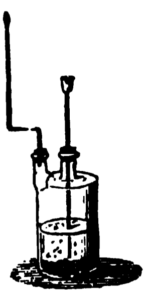
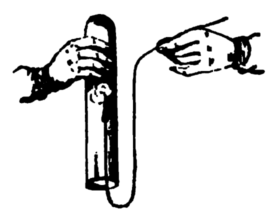


Fig. 141.



Wenn man eine zweihalsige Gasentwicklungsflasche, Fig. 140, mit Zink und verdünnter Salzsäure beschickt, so steigt aus der gebogenen Röhre (wir haben den Apparat bereits beschrieben) das Wasserstoffgas in einem dünnen Strahl und kann sogleich angezündet werden; es brennt mit einer äußerst schwach leuchtenden aber sehr gut wärmenden Flamme. Füllt man solches Gas in einen langen, schmalen Glascylinder, stellt man denselben aufrecht hin und nähert man sich ihm mit einem brennenden Licht, so brennt das Gas mit einem schwachen platzenden Tone an und brennt in kurzer Zeit bis auf den Boden des Cylinders aus, allein gänzlich ohne Explosion, nach und nach; ja wenn der Cylinder sehr lang und sehr eng ist, so erlischt das Gas von selbst, weil nicht atmosphärische Luft zutreten kann um die Verbrennung zu unterhalten.

Man kann dieses Experiment auf eine sehr lehrreiche Art abändern, um zu zeigen, daß Wasserstoffgas nicht dient um die Verbrennung anderer Körper zu unterhalten.

Wenn man einen Cylinder, Fig. 141, umgekehrt, mit der Oeffnung nach unten gerichtet hält, mit der anderen Hand aber ein brennendes Licht an einem umgebogenen Draht hinein bringt, wie die Figur zeigt, so wird das Lichtchen brennen, so weit man es führen möge — natürlich, verweilt es zu lange darin, so wird der Sauerstoff der atmosphärischen Luft verzehrt und das Licht erlischt. Diesen Zeitraum muß man nicht abwarten, es handelt sich nur darum zu zeigen, daß in der eingeschlossenen Luft das Licht keinesweges sofort erlischt.

Wenn man das Experiment genau so, wie es beschrieben ist, wiederholt, aber statt mit atmosphärischer Luft den Cylinder mit Wasserstoffgas füllt, so entzündet sich im Augenblick, wo die Lichtflamme das Wasserstoffgas berührt, dieses, aber das hinein gesenkte Licht erlischt; wenn man es wieder zurückzieht, so entzündet sich der Docht an dem brennenden Wasserstoffgas, aber so wie man ihn wieder tiefer in das noch nicht brennende Gas schiebt, erlischt er abermals.

Man kann deshalb auch eine mit Wasserstoffgas gefüllte Blase oder eine Entwickelungsflasche, wie die oben angeführte, ganz gefahrlos zu Versuchen über die Flamme und die Eigenschaften derselben, benutzen. Der Inhalt der Blase entzündet sich so wenig als der der Flasche, denn die Bedingung der Verbrennung, der Sauerstoff fehlt. Ja, wenn man gleich beim Beginn der Gasentwickelung, wo noch atmosphärische Luft in der Flasche ist, das Gas, welches ausströmt, anzünden wollte, so würde eine Explosion, möglicherweise von großer Heftigkeit entstehen; denn hier ist kein Gas, sondern ein Gasgemenge vorhanden und zwar beinahe das gefährlichste, was es giebt, nämlich Sauerstoff und Wasserstoff; beide vereinigt nennt man Knallgas, von ihrer Eigenschaft, unter einem gewaltigen Knall zu explodiren; würde bei diesem Gasgemenge nicht der Stickstoff sein, der zu vier Fünftheilen in der atmosphärischen Luft enthalten, so würde die Wirkung noch viel heftiger sein; denn nur Wasserstoff und Sauerstoff verbrennen mit einander, der Stickstoff verdünnt das Knallgas mit mehr als dem Doppelten.

Knallgas nämlich besteht aus einer Mengung von zwei Theilen Wasserstoffgas und einem Theile Sauerstoffgas. Ist das Verhältniß anders, als genau so wie hier angegeben, so bleibt derjenige Theil, der nicht in das Verhältniß paßt, unverbrannt. Z. B. bei einer Mengung von fünf Theilen Wasserstoffgas und einem Theile Sauerstoffgas, würde noch

einmal so viel Luft da sein als verbrennen kann, es würden drei Thei Wasserstoffgas unverbrannt zurück bleiben.

In fünf Theilen atmosphärischer Luft ist nur ein Theil Sauerstoffga bringt man hierzu zwei Theile Wasserstoffgas, so hat man drei Thei Knallgas, aber mit vier Theilen Stickstoffgas bis auf sieben hinau verdünnt.

Um nun die Experimente mit dem Knallgas in ihrer Vollendung z zeigen, füllt man auf die bereits beschriebene Weise das Gas in eine Bla und zwar, nachdem die Blase ganz entleert worden, zwei Glocken vo Wasserstoff und eine Glocke voll Sauerstoffgas. Wenn man nun die wei Mündung des Hahnes in Seifwasser taucht und eine Blase bildet, so er hebt sich diese, als ob sie mit reinem Wasserstoffgas gefüllt wäre und ih mit einem brennenden Lichte nachgehend, kann man sie entzünden; der Kna ist betäubend scharf und heftig, er thut dem Ohre weh. Noch schärfe wird der Knall, wenn man Seifwasser auf eine Untertasse gießt und dar aus einen Klumpen kleiner Blasen bildet, die auf der Tasse liegen bleibe Wenn man diese anzündet, so ist der Ton bei ungeheurer Heftigkeit fa schreiend; die verschiedenen Blasen entzünden sich nicht völlig gleichzeiti und die Menge von verschiedenen Schlägen, die alle zusammen, vielleich mehrere Hundert, doch in den Zeitraum einer Sekunde gedrängt sind haben etwas dergestalt Verletzendes, daß man, und vielleicht nicht ohn Grund, um sein Trommelfell besorgt wird.

Wenn man eine große Rindsblase mit Knallgas füllt und dieselbe a einem hundert Fuß entfernten Orte durch den elektrischen Funken anzündet, so glaubt man einen Kanonenschuß in größter Nähe zu hören. In einem Auditorium dürfte der Versuch nicht gewagt werden, man macht ihn mi solcher Quantität Knallgas immer im Freien.

Eine Spielerei der Art ist die elektrische Pistole, ein Blechgefäß i Form einer Pistole oder Kanone, deren Lauf man mit Knallgas füllt un durch den elektrischen Funken entzündet. Da hierbei immer nur einig Kubikzoll Gas zur Verbrennung kommen, so ist der Versuch gefahrlos aber man erstaunt bei der geringen Quantität über die heftige Wirkung

Hat man das Gasgemenge in einer Blase, so muß man dasselbe so fort verbrauchen; der Austausch zwischen den eingeschlossenen Gasen un der äußeren Luft findet so energisch statt, daß nach ein paar Tagen nicht als gewöhnliche Luft in der Blase ist, obwohl sie so stark gefüllt ist, al sie vorher war. Diese Endos- und Exosmose, welche allen thierische Membranen eigen ist, hat für die Aufbewahrung der Gase sehr viel Un bequemes, obschon die Eigenschaft an sich eine höchst wichtige und für da organische Leben höchst wohlthätige und unentbehrliche ist; allein Gase sin

ben dieser Eigenschaft wegen nicht so aufzubewahren und wir machen absichtlich darauf aufmerksam, um unsere Leser vor Schaden zu bewahren.

Wenn man Knallgas in einer Blase hat und es ist nach einiger Zeit verdorben — nicht mehr Knallgas — nun so ist keine Gefahr dabei; wenn man aber Wasserstoffgas in einer Blase hatte, und man will mit der gestern gefüllten Blase heute experimentiren, hat aber durch die Endosmose, welche einen Austausch zwischen der atmosphärischen Luft und dem Wasserstoffgase bewerkstelligte, eine Blase mit Knallgas gefüllt, ohne eine Ahnung davon zu haben, so kann dies dem Experimentator das Leben kosten. Er nimmt z. B. die Blase unter den Arm, drückt sie zusammen, um aus dem geöffneten Hahne einen starken Gasstrom zu erhalten, zündet diesen an und die Entzündung pflanzt sich rückwärts fort, die Blase wird gesprengt und das wenigste was geschieht, ist, daß dem Experimentator der drückende Arm dergestalt in die Höhe geschleudert wird, daß er aus dem Gelenke kommt; es können ihm aber auch ein paar Rippen zerbrochen und er für immer zum Krüppel gemacht werden. Deshalb muß man sich sehr hüten Gas in einer Blase aufzubewahren, und deshalb kann man auch mit einem gestern gefüllten Ballon nicht heute in die Luft steigen — es ist ein solcher Austausch vor sich gegangen, daß aller Wasserstoff entwichen, an dessen Stelle aber atmosphärische Luft getreten ist.

Wasserstoffgas giebt eine sehr intensive Flamme — so unbedeutend sie scheint, so wenig Licht sie zeigt, so groß ist die Wärmeentwickelung. Wasserstoffgas unter dem genügenden Zutritt von Sauerstoff verbrennend, giebt die größte Hitze, welche man durch Brennmaterialien erzeugen kann.

Die frühere Art, diese Hitze zu erzeugen, war eine überaus gefährliche. Man entwickelte die beiden zur Entdeckung von Knallgas nöthigen Gasarten, mengte sie in dem erforderlichen Verhältniß (ein Maaß Sauerstoff und zwei Maaß Wasserstoffgas) und brachte dieselben nun durch eine Pumpe P, Fig. 142, in ein Gefäß B von Kupfer mit eisernen Reifen umlegt, um demselben mehr Widerstandsfähigkeit zu geben. Die Pumpe hat zu diesem Zweck zwei Wege, einen durch den Hahn t, um beim Aufziehen des Stempels das Knallgas aus dem Gasbehälter zu empfangen; den anderen, um nach Schließung des ersten das aufgesogene Gasgemisch in den Behälter B gelangen zu lassen.

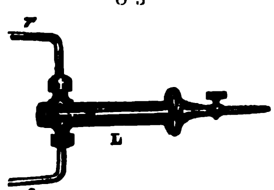
In diesem Behälter, der vorher luftleer gemacht worden war, brachte man nun eine zehnfach, fünfzehnfach größere Menge Knallgas, als sein Raumesinhalt erlaubte. Auf die Größe von einem Kubikfuß drängte man fünfzehn und mehr zusammen. Der Hals T, welcher ein paar Fuß Länge haben konnte, gestattete zwar dem Experimentator sich von dem Reservoir durch eine Mauer zu trennen, die Experimente im Zimmer vorzunehmen,

indeß das Gefäß draußen stand; allein dieser Schutz war durchaus ill
sorisch. Zuvörderst war das Füllen schon mit Lebensgefahr verbunden, d

Fig. 142.



Fig. 143.



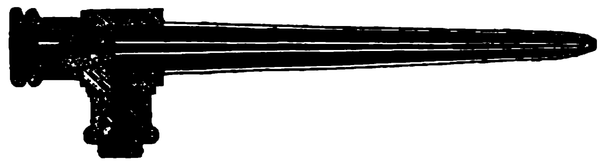
comprimirte Gas konnte sich während der Arb
von selbst entzünden; um dies zu hindern, mu
die Pumpe sehr klein sein, im Verhältniß
dem Inhalte von B, damit die Compression ni
zu schnell wachse — dann aber war bei ein
Explosion von 10 bis 15 Kubikfuß Knallgas a
einen so kleinen Raum zusammen gedrängt, ei
Mauer von 1 bis 1½ Fuß Dicke wirklich ni
widerstandsfähig, denn eine Bombe hat im Kr
piren keine größere Kraft; viele Arbeiter u
viele Chemiker sind während des Experimentire
verstümmelt, getödtet worden, bis man auf d
höchst einfache und natürliche Abänderung d
Apparates kam, welche jetzt allgemein üblich i

Statt das gemengte Gas aus einer Spitz
aus einer und derselben Oeffnung durch d
Hahn S, Fig. 143, treten zu lassen, bringt ma
die Gase nicht zusammen, bevor sie nicht wir
lich verbrennen. Nicht ein großes Gefäß, so
dern das Rohr L ist der Vereinigungsort d
beiden Gase, welche beide gesondert in dem ve
langten Verhältniß durch die Röhren r und s z
dem gemeinschaftlichen Rohre L und aus diese
durch den Hahn und die Mündung des Rohre
an die Luft treten; sie vermögen keinen Schade
zu thun, denn das Rohr L hat wenig Inhalt, durch die Explosion wi
aber weder das Sauerstoffgas entzündet, denn dieses ist nicht brennba
noch das Wasserstoffgas, denn dieses ist ohne Zutritt des Sauerstoffgas
auch nicht brennbar; aber um selbst die Möglichkeit des Zersprenge
dieser Röhre — die höchstens einen Schreck, nicht aber einen Schaden ve
ursachen könnte — zu verhindern, füllt man sie mit quer hindurch gehend
Drahtgittern mit recht feinen Maschen an, dadurch wird das Gasgeme
so niedrig temperirt erhalten, daß ein Rückschlag von einem Gitter auf d
andere unmöglich wird, eine Explosion also gar nicht eintreten kann, w
das Gasgemenge sich nicht bis zur Glühhitze erwärmen kann.

Eine noch viel bessere und vollkommen sicherere Einrichtung, bei welc
jede Besorgniß beseitigt wird, ist die folgende: Die Fig. 144 zeigt z
Röhren in einander geschoben. Die äußere, also die viel weitere, ist

für das Wasserstoffgas, sie erhält ihren Zufluß von der Seite her, wo sie durch Schrauben und einen Schlauch mit dem Gasbehälter verbunden ist.

Fig. 144.



Mitten in dieser Röhre steckt eine zweite, welche fast eben so lang ist als die äußere, nur unmittelbar vor der Mündung der äußeren etwa um eine halbe Linie zurücktritt. Durch sie wird der Sauerstoff, der in einem anderen Behälter befindlich ist, zu der Flamme geführt, welche der Wasserstoff giebt. Die Regulirung derselben geschieht so, daß man beide Gasbehälter unter den erforderlichen Druck bringt, damit ein hinlänglich starker Gasstrom aus den Röhren austreten könne; nun öffnet man den Hahn für das Wasserstoffgas, worauf angezündet, sich eine blasse gelbliche Flamme zeigt, vielleicht eine Viertelelle lang. Jetzt öffnet man auch den Hahn, der zum Sauerstoffbehälter führt; alsbald tritt eine Quantität dieses, die Flamme nährenden Gases in die Mitte derselben. Das Wasserstoffgas brannte bis dahin auf Kosten des Sauerstoffs der Luft, jetzt wird auch nach der Mitte dieser Flamme Sauerstoffgas zugeführt und während vorher das Gas nur an seiner äußeren Oberfläche brannte, tritt es jetzt auch in der Mitte selbst in Gluth und zwar hier noch stärker, weil hier nur Sauerstoff, nicht auch Stickstoff, wie Außen, Zutritt hat.

Gerade hierdurch wird die Flamme sehr verkleinert und verkürzt, aber je kleiner sie wird, desto intensiver ist die Hitze, welche sie entwickelt. Das richtige Verhältniß, in welchem die beiden Gase zu einander treten müssen, ist das von 2 zu 1, es muß doppelt so viel Wasserstoff ausströmen als Sauerstoff, ob dieses Verhältniß innegehalten wird, erfährt man an der Flamme selbst; man stellt die Hähne so, man ordnet den Strom des Sauerstoffgases dergestalt, daß die Flamme des Wasserstoffgases, welche zuerst sehr lang und gut sichtbar war, immer kürzer und schwächer leuchtend wird; wenn man erreicht hat, daß sie fast nicht mehr zu sehen, ganz blaß und ganz kurz, vorn auch nicht mehr spitz ist, dann hat man das richtige Verhältniß getroffen, dann strömt halb so viel Sauerstoffgas zu als Wasserstoffgas, dann brennt lauter Knallgas und dann hat man die erstaunensten Wirkungen. In dieser kleinen, unscheinbaren Flamme schmilzt Platina i-

leicht, als wäre es Zinn oder Blei, ja es verbrennt, es sprüht Funken wie eine Stahlfeder, die im Sauerstoffgase schmilzt, bei dünnem Drahte geht Platina in Rauch auf. Noch viel schwerer schmelzbare Körper, z. B. reine Kieselerde, reine Thonerde kommen in dieser Flamme in Fluß, ein Stückchen Marienglas oder Glimmer schmilzt eben so. Diese Dinge wurden bis zu dem Augenblick der Erfindung des Knallgasgebläses für unschmelzbar gehalten, nunmehr fand man, daß es nur auf die Grade der Hitze ankomme und daß sie wohl schmelzbar seien, wenn die nöthige Temperatur erreicht würde. Hält man vor die Flamme ein Glimmerblatt, so brennt ein Loch hindurch, rund wie mit dem Locheisen ausgeschlagen — man würde glauben es sei Oelpapier, so leicht brennt es durch, wenn dort, wo die Flamme des Knallgases aufhört, nicht auch das Blatt zu brennen aufhörte — da nämlich dieses klare, durchscheinende Fraueneis (Glimmer) an sich in jeder anderen Flamme unverbrennlich ist, so hört mit der Grenze der Wasserstoffgasflamme auch die weitere Verbrennung auf.

Das Wasserstoffgas brennt, wie wir bereits sagten, mit äußerst schwacher Flamme, was lediglich daher kommt, daß kein fester Körper in der Flamme befindlich — bringt man einen solchen hinein, so leuchtet derselbe sehr stark und um so mehr, je höher die Temperatur der Flamme ist. Da nun die Wasserstoffgasflamme die stärkste Hitze giebt, wird man in ihr jeden beliebigen Körper zum Glühen bringen können und so auch beliebige Grade von Licht erhalten.

Wenn man z. B. ein Platinblech in die Flamme hält (ohne daß diese durch Zufuhr von Sauerstoff zum Knallgasgebläse wird) so kommt dasselbe in Weißglühhitze und die vorher nicht leuchtende Flamme genügt jetzt um einen Salon zu erleuchten. Es darf nicht gerade Platina sein, auch ein Stück Eisenblech zeigt dieselbe Erscheinung; allein dieses verbrennt sehr bald, es wird in Oxyd verwandelt und dann muß man ein anderes nehmen; Platina dagegen bleibt unverändert. Man nimmt wohl auch nur ein Drahtgewebe von Platina, welches natürlich viel wohlfeiler ist als compactes Metall und doch dieselben Dienste leistet, denn es handelt sich bei dem ganzen Experiment nur darum, einen festen Körper in der wenig sichtbaren Wasserstoffgasflamme zum Weißglühen zu bringen, auf die Masse desselben kommt es gar nicht an, wie wir sogleich sehen werden.

Bei dem Suchen nach einem Körper, der hell glüht und doch ziemlich feuerbeständig ist, kam man auch dahin die Erden anzuwenden; Thonerde und ähnliche Körper leisteten schon außerordentlich viel, die Kalkerde am meisten und es gelang dem Engländer Drummond lediglich dadurch, daß er eine Weingeistflamme durch einen Sauerstoffgasstrom auf ein Stückchen Kreide lenkte, ein so hell strahlendes Licht zu erzeugen, daß es auf die

Entfernung von drei Meilen gesehen wurde und da man dasselbe in den Brennpunkt eines parabolischen Spiegels brachte, konnte man es von Höhe zu Höhe auf die Entfernung von 15 deutschen Meilen mit vollkommener Sicherheit erkennen und zum Signalisiren bei Triangulationen (bei großen Landesvermessungen) benutzen.

Es schien einer allgemeineren Anwendung fähig und es hat dieselbe bei den Leuchtthürmen, bei den Nebelbildern und bei den Lampenmikroskopen erhalten. Zu diesem Behuf braucht man aber einen starken Strom, wie er ohne einen bedeutenden Druck nicht erzielt werden kann und deshalb bringt man die Gase nicht in blecherne Gasbehälter, aus denen sie durch Wasser vertrieben werden, sondern in Säcke aus luftdichten Zeugen, und man giebt diesen Säcken die Form großer Keile, wodurch es möglich wird, sie wie den oberen Theil eines Schmiedeblasebalges mit Gewichten zu beschweren und so einen mehr oder minder lebhaften Strom zu erzeugen.

Fig. 145.

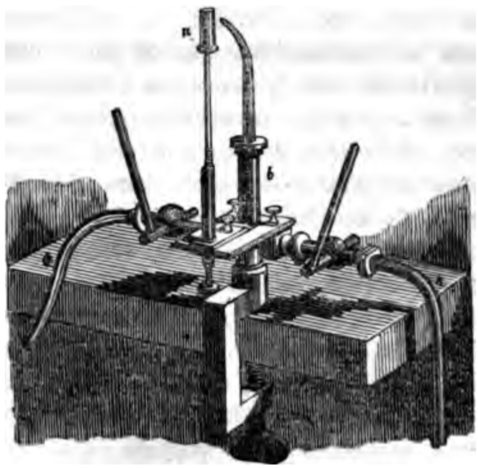


Fig. 145 giebt die Anwendung eines solchen Sackes, welcher an seinem schmalsten (Spitze des Keiles) Ende einen Schlauch hat, aus dem das Gas entweicht, nachdem der keilförmige Sack so zwischen zwei Bretter gelegt ist, wie die Figur angiebt. An dem höchsten Punkte stehen Gewichte — ist der Sack sehr groß, ist seine Oberfläche bedeutend, die eine Seite des Keiles acht bis zehn Quadratfuß, so werden die Gewichte Centner sein müssen und man kommt sogar mit drei Centnern nicht aus; ist die Seitenfläche des Keiles nur zwei Quadratfuß groß, so genügt allenfalls ein Centner. Der Luftdruck beträgt von Hause aus 15 Pfund; dieser [illegible] überwunden werden, nur mit dem, was mehr als 15 Pfund auf [illegible] Quadratzoll oder circa 2[illegible] Pfund auf den Quadratfuß drückt, [illegible] Apparat — soll bei zehn Quadratfuß Oberfläche des oben [illegible] nur ein Druck von einem Viertelpfund auf den Quadratzoll [illegible] werden, so müssen die Gewichte schon 350 Pfund betragen.

Hat man nun zwei solcher Säcke mit den nöthigen [illegible] sehen und mit Wasserstoff so wie mit Sauerstoff — natürlich [illegible] für sich, gefüllt, so leitet man diese Gase durch [illegible] einem Tisch, auf welchem der Apparat zur Verbrennung [illegible] eine Schraubenzwinge befestigt ist.

Fig. 146 zeigt denselben genau und ausführlich. Rechts un
sieht man zwei Schläuche mit O und H bezeichnet, für die Zuleitu
Oxygen und Hydro
stimmt, sie beginn
jeder bei seinem Bl
und enden ein jed
die Figur zeigt mit
Hahn, dessen Heb
nach der Weise de
ländischen Mechaniker
ungeschickt lang g
sind; ein quer la
Stück Metall von
Länge, wie wir es
Zeichnungen zu S. 1
und 120 wiederholt
haben, würde auch g
Die beiden Hähn
den in ein gemeinsch
Rohr b, worin die

Fig. 146.



gung der beiden Gase zu Knallgas vor sich geht, und welches mit v
sechs quer laufenden Scheidewänden von Drahtgeweben versehen ist,
keine Explosion eintreten könne; besser noch ist es, wenn man die M
erst an der Mündung selbst vornimmt, wie wir S. 183 beschrieben
wo denn der eine Schlauch hinten, der andere seitwärts angeschraub

Vor der Mündung der Röhre steht auf einem Stift ein Stück
mor oder Kreide, oder überhaupt kohlensaurer Kalk (gleichviel von
Bergart), gewöhnlich ist derselbe, a wie die Figur zeigt, cylindrisch g
doch kommt es gar nicht darauf an; gewöhnlich ist auch besonde
Leuchtthürmen, ein kostbares Uhrwerk an dem Apparat angebracht,
den Cylinder langsam dreht, damit er seine Leuchtkraft nicht soba
liere, weil er, wie es scheint, durch lange auf dieselbe Stelle w
Hitze zusammen zu sintern beginnt und dann nicht mehr dies
scharfe Licht giebt — wiewohl der Schiffer in der Entfernung vo
oder vier Meilen durchaus keinen Unterschied findet in der Helligkeit,
auf sein Schiff fällt. Allein, wenn das mehrere hundert Pfund
Uhrwerk nicht wäre, wie sollte da der Mechanikus reich werden —
dazu hätte der Leuchtthurmwächter die Unbequemlichkeit, den Kalkc
alle vier bis sechs Stunden ein wenig drehen, wohl gar ihn mit

anderen vertauschen zu müssen — gegen diese Uebelstände hilft das Uhrwerk allerdings.

Wenn nun unter dem nöthigen Druck, der durch Versuche ermittelt werden muß, das Knallgas angezündet wird und den Kalkcylinder richtig trifft, so wird ein Stück wie eine Erbse groß weißglühend und giebt hierbei eine so intensive Helligkeit, daß man zu Leuchtthürmen vergeblich nach etwas Besserem gesucht hat, bei einer Höhe von 100 Fuß über dem Wasserspiegel, sieht man das Licht auf dem Schiffe in der Entfernung von sieben deutschen Meilen vollkommen deutlich.

Eine sehr interessante Anwendung hat es bei dem Lampenmikroskop gefunden. Statt daß man die Sonnenstrahlen durch einen Spiegel auffängt und auf den zu erleuchtenden Gegenstand wirft (was immer dem Zufall unterworfen ist, da nicht zu jeder Stunde — auch am Tage — die Sonne dergestalt scheint, daß man sich ihrer Strahlen zu solchen Zwecken bedienen könnte), bedient man sich des Kalklichtes, ist nicht an Zeit und Ort gebunden und hat doch eine Helligkeit, welche — da man nicht vergleichen kann — für Jedermann so viel zu leisten scheint, wie das stärkste Sonnenlicht.

Noch eine ähnliche Anwendung hat dasselbe gefunden bei den Bildern der Laterna magica, eine Erscheinung, die unter den Namen dissolving views von England nach dem Continent kam und als Nebelbilder jetzt sehr häufig gezeigt wird. Beide Bezeichnungen sind grundschlecht gewählt, denn das erste englische Wort, verschwindende Ansichten, rührt von einer, nebenbei, gar nicht als Hauptsache fungirenden Künstelei, die Bilder nach und nach verschwinden und andere daraus entstehen zu lassen — der deutsche Name ist eine schlechte Uebersetzung des englischen.

Wer von uns, meine geehrten Leser, hatte nicht als Kind die Laterna maika (Laterna magica) gesehen, wer nicht mit Entzücken den Mährchen gelauscht, welche der lustige Onkel daran knüpft — es war ja ein Festtag, doppelt roth gedruckt in unserem Kalender, wenn der Onkel kam und gut genug gelaunt war zu solchen Späßen.

Nun — in der Laterna magica brennt eine Oellampe, bei derjenigen, welche zu den Nebelbildern dient, ist es das Kalklicht, welches leuchtet. Bei der ersten hat die Flamme eine beträchtliche Breite und Höhe, dies giebt undeutliche Bilder; bei der letzteren ist das viel hellere Licht doch nur ein leuchtender Punkt, die Bilder können also viel schärfer sein, endlich, und das fällt besonders ins Gewicht, sind bei der gewöhnlichen Laterna magica die Bilder schlecht, von Handwerkern gemalt, indeß bei denen zu den dissolving views angefertigten die Künstlerhand gewirkt hat.

Das Kunststück, welches geheim halten zu können, die Leute glau-

die daraus einen Broderwerb machten, besteht lediglich in dem Gesagten. Die Laternamagikabilder sind von Künstlerhand sehr schön und sehr fein, aber mit kräftigen, höchst durchsichtigen Farben (Lasur- und Lackfarben) auf Glas gemalt; die Laterna magica hat gut geschliffene Gläser von acht Zoll Durchmesser und das angewendete Licht ist das Drummond'sche Kalklicht; unter diesen Bedingungen kann etwas Treffliches geleistet werden und braucht man weder die Royal polytechnic Institution in London noch Herrn Döbler in Deutschland, um das Schönste zu liefern. Wenn allerdings ein Pfuscher mit einem nürnberger Laterncheu sich irgendwo in einer Kneipe sehen läßt, und als Fläche zur Entwickelung der Bilder ein Bettlaken nimmt oder dreißig Bogen schlecht zusammen geklebten Oelpapieres und sich mit seiner Laterne hinter diesen Vorhang stellt, so erhält der Zuschauer nicht die richtige Ansicht von der Sache. Gut dargestellte Nebelbilder müssen auf dem Glase sechs Zoll hoch und breit sein; die Vergrößerungsgläser müssen in diesem Falle acht Zoll Durchmesser haben, damit die Zeichnungen nicht zu nahe an die Ränder der Linsen gerückt werden, welches sie entstellen würde; das Licht muß außerordentlich hell sein und die Wand, auf welcher die Bilder aufgefangen werden, darf nicht durchscheinend sein, man kann sie von starkem Papier machen, welches feucht über einen großen Rahmen gespannt worden und trocken ganz eben ist; allein es muß mit Leim und Bleiweiß vollständig gedeckt und dadurch sowohl ganz weiß als ganz undurchsichtig geworden sein.

Der Experimentator befindet sich nicht den Zuschauern gegenüber sondern hinter ihnen, er erzeugt die Bilder nicht auf einer durchscheinenden sondern auf einer reflectirenden Fläche, die Strahlen gehen über die Köpfe der Zuschauer hinweg und wer sich umsähe, würde hinter sich in einer gewissen Höhe einen hellen, kreisrunden Fleck wahrnehmen — das erleuchtete Glas der Laterna magica, sonst nichts; für große Landschaftsbilder hat man weiße Flächen von 25 bis 30 Fuß Länge und 24 bis 27 Fuß Höhe, da kann allerdings etwas Schönes und Großartiges gezeigt werden.

Als das Königstädter Theater in Berlin eingerichtet wurde, im Jahre 1824, kam ein Mechanikus Duwe auf den Gedanken, die Laterna magica zu Geisterspuk und dergleichen (wie der Freischütz und ähnliche Opern ihn fordern) zu benutzen, er ging den Professor Erman deshalb an und es wurden ganz interessante Versuche gemacht, bei denen der Verf. gegenwärtig war, allein sie hatten nichts Befriedigendes, wenn man nicht die Kronenleuchter und die Coulissen- und die Prosceniumslichter geradezu auslöschte, die geringste Helligkeit störte das Experiment, machte es ungenügend, da man kein Drummond'sches Kalklicht kannte — jetzt kann man dergleichen Abends im Freien, noch im Schein der Dämmerung zeigen, denn man

hat das nöthige Licht zur Hervorbringung des Bildes in seiner Gewalt und braucht an ein wenig mehr oder minderer Helligkeit im Raume der Zuschauer nicht zu denken — ja der Verf. hat Nebelbilder in einem Saale darstellen gesehen (im Diorama von Gropius in Berlin), welcher mit Gas erleuchtet war und sie machten noch einen schönen Effect — es muß allerdings gesagt werden, daß die durchschneidende Fläche, auf der sie erschienen, nicht mehr als fünf Fuß im Durchmesser hatte, daß mithin das Kalklicht auf einen Raum wirkte, der den fünf und zwanzigsten Theil desjenigen einnahm, den man gewöhnlich für Nebelbilder anwendet: das Licht war mithin auf dieser kleinen Fläche fünf und zwanzig mal mehr concentrirt und konnte so wohl die Gaserleuchtung überbieten.

Die Encyclopädien des laufenden Jahrzehndes behandeln das Auftauchen und Verschwinden der Nebelbilder noch jetzt als ein unerforschtes Geheimniß der geschickteren Darsteller. Schon in den Vierziger Jahren wußte jeder Physiker wie die Sache zusammenhing. Vor allen Dingen ist große Vollkommenheit der magischen Laterne durchaus unerläßlich, die Gläser müssen sehr rein, ohne Wasserstreifen und sehr gut geschliffen sein. Der Verf. hat vortreffliche Linsen aus zwei Uhrgläsern, mit dazwischen gegossenem Terpentinöl, welches ein sehr starkes Brechungsvermögen für die Lichtstrahlen besitzt, geformt und gefunden, daß, wenn man nur die Mitte der Gläser benutzt, sie an Reinheit und Schärfe des Bildes nichts zu wünschen übrig lassen; wegen ihrer mangelhaften Form ist die Benutzung des äußeren Randes bis auf ein Viertel ihres Durchmessers unthunlich, die Bilder, welche bis dahin reichten, würden verzerrt werden; es ist also eine Blendung nöthig, welche das — einen Fuß große Glas nur bis auf einen halben Fuß im Querschnitt durchsichtig läßt, da es je doch nur auf ein paar Pfund Terpentin ankommt, so ist der Schaden nicht groß und man hat eine Wirkung, welche durch sorgfältig geschliffene Gläser kaum mit dem dreißigfachen Preise zu erreichen wäre.

Vor dem vordersten Glase der Laterna magica muß eine Blendung angebracht sein, welche abweichend von allen optischen Instrumenten nicht kreisrund ist, sondern sich zweiklappig öffnet und schließt wie eine Scheere. Der Drehungspunkt der beiden Blätter dieser sehr großen Scheere, welche das Licht abschneiden soll, liegt unterhalb des vordersten Glases und wenn die Scheere zugemacht werden soll, so fassen die Blätter zuerst den Rand des Glases und gehen dann immer weiter nach der Mitte zu, bis sie endlich ganz über einander greifen. Je kleiner der Raum wird, den sie zwischen sich offen lassen, desto weniger Licht fällt auf die weiße Fläche und dies ist das Verschwinden des Bildes.

Die Leute, welche mit solchem Apparate umherreisen, sind immer mit

zwei Instrumenten versehen. Indeß nun das eine derselben durch Verringerung der Oeffnung das Bild verschwinden läßt, wird bei dem zweiten, dessen Schein auf die nämliche Fläche fällt — das entgegengesetzte gethan — die Blendung öffnet sich immer mehr und das zweite Bild erhält dadurch eine immer größere Wirksamkeit, indeß man das erste Bild noch immer, wenigstens in seinen Hauptumrissen sieht. Dieses Auftauchen und Verschwinden macht auf die meisten Zuschauer eine solche, sie bezaubernde Wirkung; es soll darin etwas Träumerisches, Mährchenhaftes liegen und gewöhnlich können so Bezauberte es gar nicht leiden, wenn man ihnen die natürliche, einfache Erklärung giebt, wie hier geschehen — sie wollen getäuscht sein, es ist ihrem poetischen Sinne viel lieber etwas Unfaßliches anzustaunen, als etwas Begreifliches mit Bewußtsein zu genießen. Auf den Verf. hat jene bewunderte Spielerei niemals einen solchen Eindruck gemacht — nun, es ist schon lange her, daß er Gedichte und Romane schrieb — der erforderliche poetische Sinn mag ihm indessen abhanden gekommen sein.

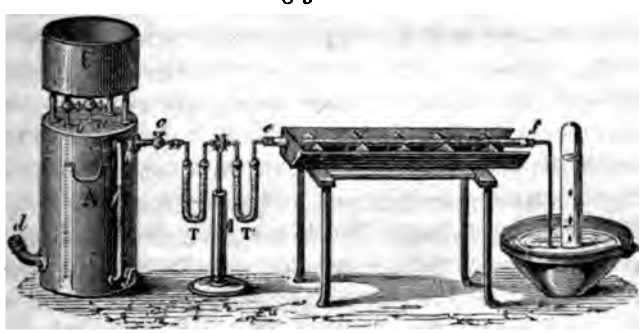
Das Verschwinden und Auftauchen der Bilder wird auch noch dadurch hervor gebracht, daß man den Lichtpunkt selbst — welcher die Bilder beleuchtet, verringert oder verstärkt, welches zwar geschehen kann, indem man den Gasstrom verringert, besser aber und sicherer so bewerkstelligt wird, wie vorhin beschrieben, nur mit dem Unterschiede, daß die scheerenförmige Blendung hier innerhalb der Laterna magica angebracht ist und die Blätter bei gänzlich unveränderter Stärke des Lichtes sich zwischen diesem und dem zu beleuchtenden Bilde vereinigen und so die Beleuchtung verringern.

Die außerordentliche Neigung des Wasserstoffes, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden, macht ihn höchst brauchbar zur Reduction mancher Metalle aus ihren Oxyden; für die Analyse ist es daher ein höchst wichtiger Stoff (abgesehen davon, daß es überhaupt ein unentbehrliches Element ist und wir ohne dasselbe so wenig existiren könnten wie ohne Sauerstoff, Kohlenstoff und Stickstoff, indeß wir des Tellur oder des Tantal und anderer verwandter Elemente wohl entrathen könnten).

Um eine solche Verbindung des Wasserstoffes mit dem Sauerstoff eines Oxydes zu veranlassen, bedient man sich eines etwas zusammengesetzten Apparates. Wir sehen hier in Fig. 147 einen Gasbehälter AC, welcher mit Wasserstoffgas gefüllt ist. Daneben steht ein Ständer, welcher zwei Uförmig gebogene Röhren TT mit Chlorcalcium, in gröbliche Stücke gebrochen, trägt; in der Mitte sind dieselben unter sich, links bei c mit dem Gasbehälter, rechts bei e mit einer Röhre von grünem, hartem, sehr schwer schmelzbarem Glase verbunden.

In der letztgedachten Röhre ef liegt das Metalloxyd, welches durch Zuführung des Sauerstoffgases reducirt werden soll; dasselbe befindet sich entweder in einer Kohlenpfanne, wie wir hier sehen, oder in einem Elsner'schen Apparat, wie derselbe S. 129 beschrieben worden ist. Auf eine oder die andere Weise wird das Metalloxyd in Rothglühhitze versetzt und dann der Wasserstoff darüber geleitet. Alsbald verbindet er sich mit dem Sauerstoff zu Wasser und dieses wird beim Austreten aus der Röhre f in der vorgestellten Schüssel mit Wasser niedergeschlagen — ist irgendwo die Temperatur nicht die zu dem Versuch erforderliche, so geht entweder Wasserstoff unverbunden, oder es geht Wasserstoff und Sauerstoff zwar gemengt, aber nicht chemisch vereinigt zu Wasserdampf, fort und diesen Ueberschuß fängt man in dem Cylinder auf — an den vorgefundenen Gasarten kann man die Art des Fehlers entdecken; bei einem vollkommen richtigen Verfahren darf aber gar kein Gas übergehen.

Fig. 147.



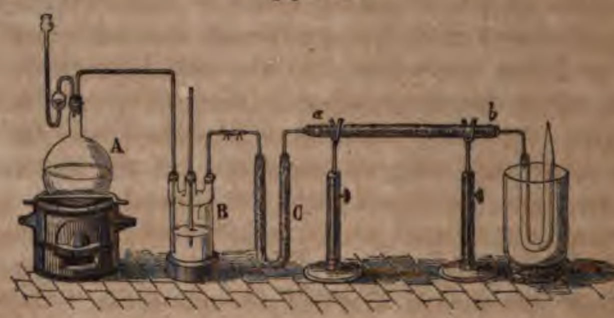
Soll das Experiment einen wissenschaftlichen Werth haben, so muß man alles vorher auf das sorgfältigste wiegen, sowohl die Gefäße als den Inhalt derselben und bei richtigem Verfahren muß das Experiment sich selbst controlliren.

Fig. 148 zeigt denselben Apparat mit geringen Abänderungen, die eine derselben lediglich um zu zeigen, daß ein Gasbehälter nicht gerade nothwendig ist, man kann das Gas unmittelbar zu dem Versuche bereiten, indem man in den Kolben A möglichst reinen Zink und reine, verdünnte Salzsäure bringt; der untergesetzte kalte Ofen soll nur andeuten, daß der Chemiker sich zu helfen wissen müsse, ist es nicht dieser, so ist es ein anderer Untersatz, wenn der Apparat nur an der richtigen Stelle steht.

Die Gasentwicklungsröhre geht in eine Mittelflasche B, um daselbst die Unreinigkeiten, mit denen das Gas beladen ist, abzulagern; in der

Röhre C ist Chlorcalcium, wodurch das Gas getrocknet wird, und nun kommt die Röhre ab mit dem Metalloxyde, welches man reduciren will. Dieses wird durch Lampen oder Kohlen zum Glühen erhitzt.

Fig. 148.



Indem das Wasserstoffgas über die glühenden Oxyde streicht, verbindet es sich mit dem Sauerstoff derselben zu Wasser, und dieses Wasser will man zur Controlle des Versuches haben; darum — und dies ist die zweite Abänderung des Apparats — läßt man das Rohr, welches die Wasserdämpfe entführt, nicht in Wasser gehen, sondern in eine weitere, Uförmig gebogene Röhre, deren eines Ende in eine feine, offene Spitze ausgezogen ist, welche aber ganz und gar in einem Gefäß mit kaltem Wasser oder mit Eisstücken gefüllt, steckt.

Die Röhre mit dem Oxyd ist genau gewogen worden, so wie vorher ohne das Oxyd; man hat gefunden, daß die Oxydmenge, welche man hinein gethan, genau gleich 100 Gran war (ganz gleich wie viel, nur der einfachen Rechnung wegen ist obige Zahl angenommen). Nach erfolgter Reduction hat man in dem Rohr nur noch 80 Gran (genauer 79⁹/₁₀ Gran). Ist die Angabe richtig, so muß in der Vorlage eine entsprechende Menge Wasser sein. Nun wissen wir, es verbinden sich acht Gewichtstheile Sauerstoff mit einem Gewichtstheil Wasserstoff zu derjenigen Oxydationsstufe des Wasserstoffes, die der Chemiker Wasserstoffoxyd, der Laie Wasser nennt; es muß mithin in der Uförmig gebogenen Röhre eine Quantität von 22½ Gran Wasser befindlich sein. Die gebogene Röhre war im leeren Zustande gewogen worden — man nimmt sie nach beendeter Operation heraus, trocknet sie sehr sorgfältig ab und findet, daß sie 22½ Gran mehr wiegt als vor dem Experiment, und hat sich so überzeugt, daß aller Sauerstoff dem Oxyd entzogen und mit dem Wasserstoff in Wasser verwandelt worden ist.

Das Wasserstoffgas verdichtet sich im Beisein des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft zu Wasser selbst ohne ein Metalloxyd und ohne erhöhete Temperatur durch fein zertheilte Metalle. Der verstorbene Erman stellte eine Reihe von Versuchen über die Temperatur an, bei welcher der Wasserstoffgasstrom zur Entzündung kommt — bekanntlich glaubte man, daß hierzu wenigstens 400 Grad gehören und man nennt darum Wasserstoffgas einen schwer entzündlichen Körper — eine Thatsache ist, daß wenn man in ein offenes, mit Wasserstoffgas gefülltes Gefäß eine glühende Kohle oder ein roth= (nicht weiß=) glühendes Stück Eisen hängt, das Gas sich durch diese Temperatur noch nicht entzündet.

Erman erhitzte ein kleines Gefäß mit Quecksilber durch eine untergesetzte Lampe, hatte darin ein Thermometer, welches die Temperatur angab und ein kleines Knäuel sehr feinen Platindrahtes, welches er mit einer Pincette faßte und in den Wasserstoffgasstrom hielt, der aus einem Gasbehälter kam und unmittelbar über das Quecksilbergefäß hinstrich, so daß ein Temperaturverlust von da, wo das Platinknäuel das Quecksilber verließ, bis dahin, wo es in den Wasserstoffgasstrom eintrat, nicht wohl möglich war.

Diese Versuche, auch in des Verf. Gegenwart sehr häufig wiederholt, hatten Erman, der mit 20° R. angefangen, belehrt, daß der Gasstrom sich bereits bei einer Temperatur von 50° entzünde. Was man damals darüber dachte, war: „der Wasserstoffgasstrom bedarf gar keiner so hohen Temperatur als man glaubte, 50° genügen schon zur Entzündung". Daß dieses im vollständigen Widerspruch mit der Thatsache stehe, daß glühendes Eisen den Strom nicht entzündet, dachte man nicht, bis die Chemie die richtige Erklärung gab.

Nicht die Temperatur, welche das Platinaknäuel hat, wenn es das Quecksilber verläßt, ist es, welches die Entzündung des Gases bewerkstelligt, sondern die Temperatur, die es bekommt, dadurch, daß der Wasserstoffgasstrom sich an ihm mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser verbindet, welche Verbindung den Körpern, an denen sie vor sich geht, eine so hohe Temperatur giebt, daß sie davon weißglühend werden und nun das Wasserstoffgas entzünden.

Döbereiner in Jena beschäftigte sich damals mit demselben Gegenstande, nur nahm er das Platinametall in noch viel feiner zertheiltem Zustande und darum kam er zu einem besonders glücklichen Resultate.

Wenn man das Platinametall aus seinen Oxyden durch Ausglühen derselben reducirt, so stellt es eine sehr lockere, schwammige Masse dar, welche man von dieser äußeren Erscheinung „Platinschwamm" nennt. Ein kleines Knäuel Platindraht mit solchem Oxyd bedeckt und dann ausgeglüht,

hat durch das untergelegte Gerüst von Draht etwas mehr Haltung als der Schwamm allein, darum wird dasselbe immer so angewendet.

Wenn man nun solchen Platinschwamm in den Wasserstoffgasstrom hält, so geht derselbe sehr viel schneller noch als bei dem Knäuel von Platindraht in Gluth über, indem das sich bildende Wasser die ganze Menge der Wärme, welche nöthig war, um es in Gasgestalt (als Wasserstoffgas und Sauerstoffgas) zu erhalten, an das Platin in dem Augenblick abgiebt, in welchem es zu Wasserdampf wird. Auf dieser Eigenschaft des Platinschwammes beruht das, nach seinem Erfinder benannte, Döbereiner'sche Feuerzeug, welches seit dem Jahre 1824 sich sehr allgemein verbreitet hat.

Fig. 149.

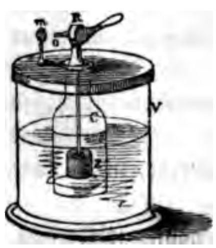


Fig. 149 zeigt in V ein Bierglas, welches zur Hälfte mit verdünnter Salzsäure gefüllt ist. Darin steht eine Flasche C, deren Boden abgeschnitten, deren Hals aber in eine Messingfassung gekittet ist, welche in R einen Hahn hat, der mit dem Inneren der Flasche C in Verbindung steht.

In dieser Flasche hängt an einem Kupferdraht ein Zinkkloben Z halb in der verdünnten Säure. Diese greift den Kloben an, welcher sich auf Kosten des Sauerstoffes in der Verdünnungsmasse oxydirt und den Wasserstoff befreit. Der Letztere sammelt sich in Gasgestalt über dem Kloben, vertreibt nach und nach die Flüssigkeit aus der Flasche, so daß diese jetzt außerhalb derselben in dem Bierglase höher steht und das Gas vertreiben würde, wenn der Hahn R nicht geschlossen wäre. Sobald man aber den Hebel niederdrückt und dadurch den Hahn öffnet, so strömt durch den hydrostatischen Druck getrieben, das Gas bei o aus der Spitze des Hahnes.

Dieser Oeffnung gegenüber befindet sich ein kleiner Ständer, welcher den Platinschwamm trägt. Derselbe wird in höchstens zwei Sekunden hellroth glühend und alsbald entzündet sich der Gasstrom.

Das hier Angegebene ist der genaue historische Verlauf dieser Entdeckung; sie ist interessant genug, darum haben natürlich auch sowohl die Franzosen als die Engländer die Erfindung gemacht. Pelouze hat in seinem großen siebenbändigen Werke über Chemie die Dreistigkeit zu sagen, daß Gay Lussac der Erfinder sei*) und die Engländer nennen natürlich ihren Heros Faraday, der überhaupt Alles erfunden hat und noch Vieles andere, aber auch ganz besonders noch, daß schon Platindraht, ohne

*) Traité de Chimie générale par Pelouze et Fremi. Deuxième édition. Tom. I. pag. 177.

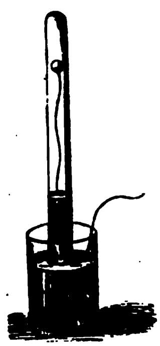
Schwamm, wenn man ihn vorher erwärmt — den Wasserstoffgasstrom anzündet. In der That ist der umgekehrte Weg verfolgt worden, Döbereiners Erfindung ist eine Vervollständigung der Erman'schen.

Bei Benutzung dieses Feuerzeuges bemerkt man oft ein Versagen desselben — dies kann zwei verschiedene Ursachen haben — die eine derselben tritt im Winter und in einem ungeheizten Zimmer häufig ein, es ist zu kalt, die Temperatur des Platinschwammes ist mehrere Grade unter Null — da will sich der Wasserstoff, aus dem Feuerzeuge strömend, nicht mit dem Sauerstoff der Luft chemisch vereinigen. Wenn man nun ein Schwefelhölzchen anzündet und unter die umschließende Kapsel hält, so daß diese nur einige Grad über Null temperirt wird, so ist geholfen; allein dies ist wie mit dem bekannten, höchst wirksamen Flohgift, welches man dem Thiere, nachdem man ihm den Rachen mit einem Messer aufgebrochen, einschüttet und wovon es unzweifelhaft stirbt. Die Frau Base aber sagt: „wenn ich ihn einmal so weit habe, dann brauche ich das Gift auch nicht mehr!" — Die andere Ursache liegt entweder in den Unreinigkeiten, welche die Schwefelsäure, die Salzsäure oder das Zink mit sich führen, wodurch ein unreines Gas erzeugt wird, dessen Unreinigkeiten sich auf dem Platinschwamm ablagern oder in den Ammoniakdämpfen, welche in dem Zimmer befindlich, die sich auch leicht dort niederschlagen; Kinderstuben oder solche, wo viel Taback geraucht wird, sind daher keine günstigen Orte für diesen Apparat. Man kann allerdings die Zündkraft sofort wieder herstellen, wenn man das Platinschwämmchen über einer Weingeistlampe ausglüht — allein was kann ein Feuerzeug helfen, bei welchem man ein anderes Feuerzeug haben muß, um dasselbe nöthigenfalls in den Stand der Brauchbarkeit zu setzen. So ist es denn durch die überaus bequemen Streichzündhölzchen so ziemlich verdrängt worden; allein zur Entfernung oder zur Ermittelung von Wasserstoffgas wird der Platinschwamm immer noch gebraucht und er gehört sogar zu den feinsten Prüfungsmitteln für die Anwesenheit von Wasserstoffgas.

Der Platinschwamm vereinigt Wasserstoffgas und Sauerstoffgas in dem Verhältniß von 2 zu 1 (Knallgas) zu Wasser. Bringt man in einen Glascylinder eine gemessene Quantität Luft, welche man, wie die Fig. 150 zeigt, durch Quecksilber absperrt, indem man sie in ein Gefäß mit Quecksilber stellt, dergestalt, daß dieses innerhalb und außerhalb der Röhre gleich hoch steht, und bringt man alsdann ein Kügelchen Platinschwamm auf einen Draht desselben Metalles befestigt in diese Luft, so wird sich an der Veränderung des Niveaus sogleich zeigen, ob Wasserstoff in dieser Luft enthalten war; alsdann nämlich vereinigt der Platinschwamm den vorhandenen Wasserstoff mit so viel Sauerstoff, als zur Bildung von Wasser nöthig,

und das Quecksilber steigt nun innerhalb der Röhre höher als ec
wendig steht. Da von diesem so verschwundenen Quantum ein D
auf Rechnung des Sauerstoffes kommt, so hat man in den übrige
Drittheilen dasjenige, was an Wasserstoff in der Luft gewesen ist.

Fig. 150.



Im gewöhnlichen Leben kommt es selten voı man solche Luft findet; wir haben bereits gesagt, t gewiß Wasserstoffgas in der Atmosphäre sein müſ wenig dessen doch sei; dergestalt, daß die Prüfungs welche ein Zehntausendstel der untersuchten Luft ar noch nicht fein genug sind um die vorhandene, alsc geringere Menge Wasserstoffgas aufzufinden, a manchen Fabriken wird Wasserstoff in Menge erzeı Laboratorien findet er sich, und da giebt dann b dachte Verfahren ein sicheres Mittel die Anwesenl entdecken und aus der Menge zu beurtheilen, ob Gesundheit schädlich werden könne, oder ob man die zu befürchten habe.

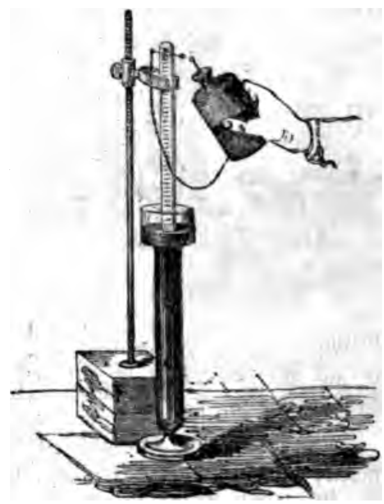
In reines Knallgas darf man übrigens solch ein Platin-Prı nicht bringen, dasselbe erhitzt sich darin sehr rasch bis zum Glühe alsdann entzündet sich das Gasgemisch unter gefährlicher Detonation

Merkwürdig ist, daß der Platinschwamm diese verbindende Eigeı auch noch bei starker Beimengung anderer, indifferenter Körper behäl seine Wirkung sich nur verlangsamt. Wenn man z. B. Platinschwamı zertheilt und mit zehnmal mehr reinem, weißem Thon zusammenknetı hieraus Plättchen bildet, die man leicht zwischen zusammengebogenen P draht klemmen kann, oder in welche man gleich eine kleine Spiral Platindraht mit zwei oder drei Windungen einknetet, so daß ein Enl Drahtes als Anhaltspunkt heraussteht, und dann diese Thonplättchen einer Spirituslampe ausglüht, so haben sie ganz die Eigenschaft des Platinschwammes, mit dem Unterschiede, daß die Wirkung eine seh zögerte ist, die Thonplättchen auch nicht glühend werden. Je mel dem Platinschwamm im Verhältniß zum Thon in der Masse ist, schneller geht die Vereinigung von Statten, aber selbst, wenn nur e viel Thon als Platina vorhanden ist, wird die Wirkung der Vereiı von Wasserstoff und Sauerstoff doch so verlangsamt, daß ein Erglühe Platins nicht eintritt, dieses Präparat kann man demnach unbedenk reines Knallgas bringen, ein Entzünden desselben findet nicht statt; es ist dasselbe für die Prüfung auf das Vorhandensein von Wasserst höchst wichtig, denn man kann damit Quantitäten entdecken, welc elektrische Funke nicht mehr aussondert.

Dieser Letztere hat eine nicht geringe Wichtigkeit bei den Experimenten it Oxygen und Hydrogen, denn so klein er sein mag, so hat der Raum, welchem er sich zeigt, eine so ungeheure Temperatur, daß Wasserstoffgas, nn es sich daselbst befindet und die übrigen Bedingungen der Verbrennung rhanden sind, durch den kleinsten Funken entzündet wird.

Um die Menge des Sauerstoffes zu messen, der in der Atmosphäre rhanden ist, bedient man sich eines Apparates, den man Eudiometer nt und den Fig. 151 in Thätigkeit zeigt.

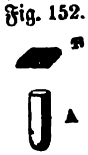
Fig. 151.



Wir sehen hier einen starken Glas-linder mit Quecksilber gefüllt; in dem-ben steht, durch einen Ständer ge-lten, eine kalibrirte, eine in ihrem nern gleichmäßig ausgeschliffene und gemessene Glasröhre, welche bestimmt die zu prüfende Luft aufzunehmen. An dem oberen Ende dieser, in iche Inhaltstheile getheilten Röhre, d zwei kleine Oeffnungen gebohrt, in che man Drähte gekittet hat, welche ander gegenüber stehen, aber sich nicht rühren, sondern so weit von einander stehen, daß, wenn Elektricität von em Draht zum andern geleitet wird, selber in der Mitte überspringen ß, wodurch ein Funke entsteht; nn wenn die Leitung ununterbrochen , so ist kein Grund zum Sichtbarwerden der Elektricität vorhanden.

Aus einem Stückchen Glasrohr, welches auf einer Seite zugeschmolzen t, macht man sich ein Maaß, indem man die offene Seite entweder so nge abschleift, bis ihr Inhalt genau gleich ist einer gegebenen Anzahl heilstrichen der Röhre, oder man macht es umgekehrt, so daß nach dem inen Maaßgefäße die längere Röhre graduirt wird. Das f der Fig. 152 angegebene viereckige Plättchen ist nichts weiter s ein Stückchen Glas zum Verschluß der Oeffnung dieses aaßes.

Fig. 152.



Bei dem Versuche, den Sauerstoffgehalt der Luft kennen lernen, verfährt man wie folgt: Man füllt das Gemäß mit ecksilber, deckt es abstreichend mit der Glasplatte zu und taucht es ent-der in das Gefäß, in welchem das Gas enthalten ist, welches man tersuchen will und läßt darin das Quecksilber auslaufen, wodurch es sich

mit dem Gase anfüllt, oder man stellt es mit der offenen Fläche in Q
silber und läßt dann aus einem Gasbehälter das geforderte Gas unte
Quecksilber und so in das Maaßgläschen treten, worauf man es noch
Quecksilber mit der Glastafel verschließt und es dann in den weiten
des Cylinders, Fig. 152, bringt und dasselbe untertauchend in die, bi
hin mit Quecksilber gefüllte, getheilte Röhre gelangen läßt, in welche
Gas nun einen gewissen Stand einnimmt.

Es muß für den Laien in der Chemie hier bemerkt werden, daß
räumliche Inhalt des kleinen Maaßgefäßes ganz gleichgültig ist — da
braucht gar nicht so und so viel Kubikcentimeter, oder so und so viel
bikzoll nach preußischem, englischem, österreichischem Maaß zu enthalte
es ist eine Maaßeinheit, wenn es auch, wer weiß was für ein un
oder echter Bruch von irgend einer anderen Einheit ist.

Allein mit der Röhre und deren Abtheilungen muß eine Ueb
stimmung vorhanden sein. Man hat ein solches Maaß in die Röhr
langen lassen und hat den Raum, den dieses Maaß in der Röhre einn
in hundert Theile getheilt. Nun hat man ein zweites, drittes, vi
Maaß hinein gelangen lassen und es damit ebenso gemacht, jeder R
eines Maaßes wird in hundert gleiche Theile getheilt. Bei dieser
theilung (ohne Kubikzoll oder Meter) kommt man am allerbesten fort,
sie gilt für Schweden so gut wie für Portugal und für Frankreich so
wie für China.

Man will die atmosphärische Luft auf ihren Sauerstoffgehalt u
suchen, so kehrt man das Maaßfläschchen, nachdem es mit Quecksilbe
füllt war, in derjenigen Luft um, welche man speciell im Sinne hat;
Auditorium, ein gefülltes Schauspielhaus — eben daselbst Oben, in
Mitte oder im Parterre — man läßt das Quecksilber in ein unterg
tenes Gefäß laufen, statt desselben tritt Luft in das Fläschchen, diese b
man in die getheilte Röhre.

Nunmehr füllt man das Gemäß mit reinem und trocknem Wa
stoffgas und bringt das auch in die Röhre. Jetzt hat man 200 T
derselben gefüllt, von welchen man die eine Hälfte kennt, von d
anderer Hälfte man aber nur weiß, daß sie Sauerstoff enthält. Wie
soll das Experiment zeigen!

Wir sehen in Fig. 153 die kalibrirte Röhre, so weit sie aus dem Q
silber ragt, ganz mit Luft gefüllt, wir sehen sie auch gehalten oder gekle
durch die Klammer des Ständers, so daß zur Vollendung des Experim
eine Hand genügt. Die beiden Drähte, welche in dem oberen Theile
Röhre sitzen, sollen nun dazu dienen um einen elektrischen Funken hin
schlagen zu lassen; dazu hängt man ein Kettchen oder eine Metallschnur

einen der Drähte, faßt eine geladene Flasche und das andere Ende dieses leitenden Schnures zugleich und nähert sich mit dem Knopf der Flasche dem anderen von den beiden Drähten.

Fig. 153.



Sobald man ihn berührt (wenn die Flasche stark genug geladen ist, schon lange vor der Berührung, die schwächste Ladung aber genügt) entsteht ein Funken und dieser entzündet das Gemisch von Sauerstoff und Wasserstoff im Verhältniß von 1 zu 2, welches in der Röhre enthalten war. Die Entzündung verzehrt durchaus nicht alles, was an Sauerstoff und Wasserstoffgas in der Mischung vorhanden war, sondern erstens nur eines der beiden Gase, dann aber von dem anderen genau nur so viel als nöthig, um mit dem ganz verschwundenen Knallgas zu bilden.

Wir wollen dies durch ein Beispiel erläutern. In der eingesperrten Luft seien zwanzig Theile Sauerstoffgas neben Kohlensäure, Stickstoff &c. vorhanden gewesen, man habe nun fünfzig Theile Wasserstoffgas dazu gethan und das Gemenge dann entzündet, so werden nach der Explosion 60 Theile der eingebrachten Gase verschwunden sein, davon kommen vierzig Antheile auf das Wasserstoffgas, zu deren Verbrennung die zwanzig Theile Sauerstoffgas nöthig sind, es bleiben also zurück, unverbrannt, zehn Theile Wasserstoffgas.

Wir wollen nun das obige Experiment wiederholen, um zu erfahren, wie viel Sauerstoff in einer gewissen Menge Luft aus einer gewissen Gegend genommen, enthalten ist. Dazu füllen wir ein Maaß (Fig. 153) mit der zu untersuchenden athembaren Luft, dies füllt 100 Theile der kalibrirten Röhre; dazu thuen wir ein gleiches Maaß reinen Wasserstoffgases, dies füllt das andere Hundert derselben Röhre und da die Gase sich sehr schnell durchdringen, so haben wir nicht Luft und Wasserstoffgas gesondert, wohl aber ein inniges Gemenge von beiden.

Es wird jetzt ein Fünkchen durch die Röhre geschlagen, es entsteht eine kleine Explosion und ein Theil des Gasgemenges ist verschwunden, wir finden in der Röhre statt 200 Antheile nur noch 147.

Wir werden genau das Richtige treffen, wenn wir so schließen: Von den verbrannten Gasen müssen ⅔ Wasserstoffgas gewesen sein, also

42 Hunderttheile; also waren in der Luft unter 100 Theilen 21 Theile Sauerstoff vorhanden.

Dies ist der Normalstand guter atmosphärischer Luft, 79 Theile Stickstoffgas und 21 Theile Sauerstoffgas. Unser Experiment lehrt uns also, daß die untersuchte Luft reine atmosphärische Luft gewesen.

Würden wir denselben Versuch mit der Luft eines überfüllten Tanzsaales, eines Auditoriums, in welchem dicht gedrängt 200 Studenten eine Stunde lang Hegel'sche Philosophie gehört (welche allein schon die Luft bedeutend verändert), oder mit einer Kneipe gemacht haben, in welcher von 6 bis 11 Uhr zwanzig Tonnen Bier und ein Centner Rauchtaback consumirt worden, und in welcher nach und nach die Gasflammen immer höher geschraubt werden müssen, um den Rauch nur einigermaßen zu durchleuchten, so würden wir gefunden haben, daß nur 54 Theile, nur 48 oder wohl gar nur 36 Theile des Gasgemenges verbrannt sind, d. h. daß in den verschiedenen Räumen die Luft schon so arm an Sauerstoff ist, daß sie davon nur 18, 16 oder gar nur 12 Prozent enthält, jeder Zeit ein Drittheil des aus der Gesammtsumme Verbrannten.

In dem Rückstande bleibt der unverbrannte Wasserstoff; da man dessen Menge genau kennt, 100 Theile weniger 24, wie im letzten Falle, so sagt man: in den restirenden 164 Theilen des Gasgemisches befinden sich 100 — 24, d. h. 76 Theile Wasserstoff, also hatte die untersuchte Luft auf 100 Theile nur 12 Theile Sauerstoff und 88 Theile unathembarer Gase, Stickstoff, Kohlensäure 2c.

Um diese zu bestimmen, bedient man sich anderer, verwickelter Methoden, von denen hier nicht die Rede sein kann, da es sich nur um die Verhältnisse von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, nicht um die Zusammensetzung der Luft handelt.

Zu dem Zwecke, die Wasserstoff- oder die Sauerstoffmenge zu bestimmen, ist jedoch der Platinschwamm noch besser als die Entzündung durch den elektrischen Funken, denn da, wo dieser seine Dienste versagt, d. h. wo er das Knallgas nicht mehr entzündet, weil dessen zu wenig ist im Verhältniß zu den anderen Gasarten, da thut der Platinschwamm oder seine Verbindung mit Thon noch vollkommen seine Dienste, es condensirt derselbe die ganze Masse von Knallgas, welche in dem Gasgemisch enthalten ist bis auf die letzte Spur.

Das Zusammenkneten des Platinschwammes mit Thon geschieht gewöhnlich in Form einer erbsengroßen Kugel (für große Mengen zu untersuchender Luft natürlich in größeren Dimensionen), die Kugelform ist jedoch nicht zweckmäßig, weil sie für gleiche Mengen Stoff die möglichst kleinste Oberfläche bietet; man thut besser diese Quantität, die man gebrauchen

will, in ein dünnes Plättchen auszudrücken, bei gleicher Masse kann man ier eine dreifach größere Oberfläche erzielen; ein zweiter Vortheil liegt och darin, daß ein dünnes Blatt von Thon leichter wieder thätig gemacht erden kann, als eine kompacte Kugel. Es geschieht durch das Ausglühen ber einer Spiritusflamme.

Das Verbrennen des Wasserstoffgases in der atmosphärischen Luft ist gentlich eine continuirliche Reihe von Detonationen, welche durch das ilden des Knallgases und das Explodiren der gebildeten Mischung, darauf ieder Bilden und wieder Explodiren in einer unendlichen Reihe von sehr hnell auf einander folgenden Wiederholungen besteht. Man kann sich hier m sehr leicht überzeugen.

Bekanntlich giebt es kein Geräusch, keinen Schall, der nicht einem usikalischen Ton entspräche. Wenn man einen platten, nicht langen Holz eit auf den Stubenboden fallen läßt, so hört man einen dumpfen Klang er Klapp oder Schall, in dem Niemand einen Ton wird erkennen wollen. un lasse man drei oder vier ähnlich größere Stücke Holz nach einander f den Boden fallen — da wird auch das ungeübteste Ohr verschiedene öhen und Tiefen erkennen und wer musikalisch ist, wird die Töne bezeich n können, welche durch das Fallen derselben hervorgebracht werden; nimmt an aber fünf bis sechs ganz gleich große Stücke von demselben Holz rt und läßt sie alle sechs recht schnell hinter einander fallen, mit der ein zen Vorsicht, daß sie nicht aufeinander, sondern alle auf den Stubenboden mmen, so wird man bei jedem einen deutlich erkennbaren Ton wahrnehmen.

Fig. 154.



Hiervon ausgegangen wird das Experiment der che ischen Harmonika — so nannte man dasselbe zur Zeit iner Erfindung — ganz leicht erklärlich. Fig. 154 zeigt ne Flasche mit verdünnter Schwefelsäure und Zink zur älfte gefüllt, zur lebhaften Entwicklung von Wasserstoff as. Sobald die atmosphärische Luft, welche in der lasche enthalten war, vertrieben ist, setzt man einen Kork rauf, in welchem eine Glasröhre befindlich, die man er der Lampe zu einer Spitze ausgezogen hat.

Das Gas findet keinen anderen Weg als durch dieses en verengerte Rohr und dort zündet man es an, so hält man eine spitze, ziemlich hohe Flamme, deren Stärke n der Stärke der Gasentwickelung herrührt. Hält man er diese Flamme eine Glasröhre von etwa einem Zoll eite, so entsteht ein lebhafter Zug durch dieselbe und bei einer Ste lche man durch höher oder niedriger Halten der Röhre ermitteln ntsteht ein Ton, welchen allerdings nur die etwas verschroben

eines eifrigen Gelehrten einen Harmonikaton nennen kann, aber doch ein deutlich erkennbarer Ton, von dem der Musikkenner sagen wird — wie abscheulich auch — es ist d oder c oder h — aber es ist entschieden ein Ton.

Elsner in Berlin, welcher sich durch Erfindung und Verbreitung seiner Gaskochapparate für das Haus wie für das Laboratorium ein großes Verdienst erworben hat, hielt in einer Sitzung der polytechnischen Gesellschaft einen Vortrag darüber und brachte ein Concert zu Wege, von welchem man nur zu bedauern hat, daß es erst nach der Composition und Aufführung von Robert dem Teufel zur Geltung kam; hätte Meier Beer diese chemische Harmonika in solcher Vollkommenheit gekannt, er hätte seine Höllenmusik unzweifelhaft auf diese Instrumente übertragen. Die Töne, deutlich von einander nach musikalischen Intervallen zu unterscheiden, sind so heulend gräßlich, so dämonisch laut und durchdringend, daß man wohl glauben mag die Teufel in Person jubiliren zu hören.

Der Schlüssel zu dieser räthselhaften Erscheinung ist in dem Obigen bereits gegeben. Eine Reihe kurz hinter einander folgender Detonationen, deren jede einzelne nicht als Ton zu fassen ist, empfängt den Zusammenhang, den ein Ton haben muß, dadurch, daß man ein Rohr, welches angeblasen denselben Ton geben würde, über die detonirende Flamme hält. Darum ist nicht jedes Rohr brauchbar, es muß ein solches sein, was gerade dem Ton entspricht, den die Flamme giebt und darum braucht man zu jeder Stärke und Höhe der Flamme ein Rohr von anderer Länge und Weite und muß nach verschiedenen abwechselnd so lange suchen und versuchen, bis man das Rechte gefunden, Flamme und Rohr in Harmonie mit einander gebracht hat.

Wie es möglich sei aus diesen Tönen Etwas machen zu wollen, was man mit dem Namen eines musikalischen Instrumentes bezeichnen könnte, ist schwer zu begreifen; dennoch ist es geschehen. Chladni, ein berühmter Physiker, ein Mann, der sich in zwei Branchen der Physik hoch verdient gemacht hat, um die Lehre von den Meteorsteinen, die Feststellung der Existenz derselben, so wie die richtige Erklärung dieses Phänomens und um die Akustik, die Theorie des Klanges — hat nicht nur den Gedanken gehabt, sondern Versuche gemacht, ein Instrument zu construiren, dessen tönender Körper das in einer Reihe von verschiedenen abgestimmten Röhren verbrennende Wasserstoffgas ist.

Wasserstoff in Verbindung mit Sauerstoff.

Wasser HO.

Dasjenige, was man Jahrtausende lang als ein Element angesehen at, was als solches zu betrachten man noch so sehr gewohnt ist, daß in den rivialschulen der meisten Länder die vier Elemente: Feuer, Wasser, Luft ur Erde noch einen Lehrgegenstand bilden; das Wasser ist kein Element, in einfacher Stoff, sondern in seinem vollkommen reinen Zustande, wie es s Regen aus den Wolken kommt, wie es durch Destillation gewonnen ird, aus denjenigen Elementen in Gasgestalt, welche wir bisher betrachtet ben, zusammengesetzt.

Es wurde bereits von Priestley, Cavendish und Watt beob- htet, daß in Sauerstoff verbrennendes Wasserstoffgas, Wasser absetzt; lein es wurde die Entstehung des Wassers nicht früher erkannt, als bis avendish im Jahre 1781 Wasser mit der Absicht, oder in der Vor- ussetzung, es zu bilden, dadurch erzeugte, daß er in dem bereits früher schriebenen Apparat Wasser zusammensetzte, indem er in eine luftleer ge achte Glaskugel etwas Knallgas eintreten ließ und durch den elektrischen unken entzündete.

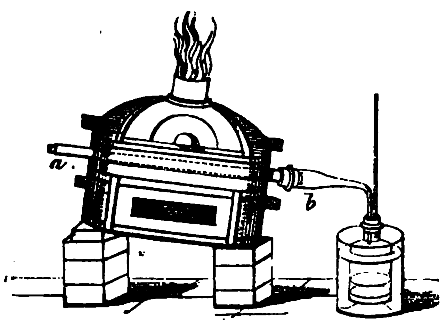
Bis dahin hatte das Phlogiston noch so fest in den Köpfen der Che iker gesessen, daß sie immer nur glaubten, schon in den Gasen vorhandenes Wasser werde durch die Verbrennung frei, nun aber sah Cavendish mit rstaunen, welche Menge Wasser das verbrennende Wasserstoffgas erzeugte e konnte nicht mehr an der früheren Ansicht von dem in dem Gas- rborgenen Wasser festhalten, sondern erklärte und mit ihm auch W[illegible] n 22. April 1783 in einem an Priestley gerichteten Briefe: sie [illegible] n das Wasser aus Lebensluft und phlogistischer Luft, welche einen Th[illegible] rer innewohnenden Wärme verloren, zusammengesetzt.

Aber am 24. Juni desselben Jahres 1783 ward durch [illegible] r der versammelten Akademie zu Paris die Probe auf dies [illegible] acht. Die Franzosen sind Freunde von Spectakel, d. h. in [illegible] Spectacle" Schauspiel. Wenn der deutsche Gelehrte sich [illegible] roße Thatsache, die er entdeckt hat, seinem Compendium [illegible] ne Dissertation darüber zu schreiben und einem Schulprog[illegible] welche Schätze des Wissens liegen in diesen Programmen [illegible]

zugänglich, man möchte fast sagen für immer verloren), so giebt der französische Gelehrte „un spectacle“.

Die von uns bereits beschriebene Art der Wasserzersetzung wurde an dem gedachten Tage zum ersten Male in etwas veränderter Gestalt ausgeführt — man ließ nicht den vorher erzeugten Wasserdampf, sondern man ließ das Wasser selbst durch die glühende Röhre streichen. Diese, ein starker, eiserner Flintenlauf, war mit vielem plattgeschlagenen Eisendraht angefüllt und genau gewogen worden. Der Lauf befand sich mit Thon beschlagen in einem tüchtigen Zugofen, Fig. 155, derselbe war durch einen untergelegten Stein so weit schräg gestellt, daß Wasser, welches an dem oberen Ende a hinein gebracht wurde, durch die glühende Eisenmasse abwärts nach b laufen konnte, wohin es natürlich nicht gelangte, weil es unterwegs zersetzt wurde.

Fig. 155.



Bei a befand sich ein Gefäß mit einer genau abgewogenen Menge Wasser, zwischen dem Gefäß und dem Rohr war ein Hahn befindlich, welcher die Regelung des Zuflusses gestattete. Bei dem unteren Ende b befand sich zuerst eine kalt gehaltene Vorlage, in welcher sich die etwa unzersetzt durchgezogenen Wasserdämpfe verdichten konnten, dann aber hatte diese Vorlage ein Rohr, aus welchem das gewonnene Gas entwich und in Gasbehältern aufgefangen wurde.

Nachdem dieser Apparat noch vorher luftleer gemacht worden war, brachte man die Eisenröhre mit dem darin befindlichen Draht zum Glühen und ließ nun das Wasser langsam, nur eigentlich Tropfen für Tropfen, hinein treten. Nachdem die Operation ein paar Stunden lang gedauert, unterbrach man sie, ließ den Apparat erkalten und fand, daß der Flintenlauf mit seinem Inhalt um acht Loth schwerer geworden war und daß die gewonnene Menge Wasserstoffgas ein Loth betrug — neun Loth Wasser waren aber verbraucht worden, so bestand das Wasser aus acht Gewichtstheilen derjenigen Substanz, welche das Eisen aufgenommen hatte und einen Gewichtstheil Wasserstoffgas. Das Eisen war dabei in den Zustand übergegangen, den das Eisenerz von der Insel Elba zeigt, es war schwarz und fein krystallisirt und hatte dieselbe Brüchigkeit wie Eisen, welches im

Sauerstoff unter lebhafter Lichterscheinung verbrennt, es war oxydirtes Eisen.

Noch zwei Jahre später machte Lavoisier (im Februar des Jahres 1785) den von Cavendish angestellten Versuch im großartigsten Maaßstabe nach, gleichfalls un spectacle vor der versammelten Akademie. Er verbrannte 471 Gran Wasserstoff in 2361 Gran Sauerstoffgas. Man [illegible] Zusammensetzung des Wassers noch nicht erkannt, [illegible] Gewichtsverhältnisse, welche zum Ausdruck [illegible] Sauerstoff [illegible] Wasserstoff, [illegible] aber [illegible] 2832 Gran [illegible] 15 Theile Wasserstoff [illegible] 85 [illegible] Sauerstoff [illegible].

[illegible] Colleges [illegible] 23 [illegible] 17[illegible] [illegible]

[illegible]

Wassermangel untergehen (verdursten) könne, weil man sich das nöthige Wasser machen werde und es war endlich bewiesen, daß Wasser kein Element, sondern ein zusammengesetzter Körper sei.

Auf welche Weise man den Versuch, Wasser durch Verbrennung von Wasserstoffgas darzustellen, machen kann ohne Versuche, die 14 Tage lang dauern, wie die von dem Mr. Lefèvre-Gineau, haben wir bereits gesehen und die Maaße und Gewichte sind auch bereits seit einem halben Jahrhundert ermittelt und sehr genau in ihren äußerst einfachen Verhältnissen dargelegt; Sauerstoff zu Wasserstoff dem Volumen, dem räumlichen Inhalt nach wie 1 zu 2, den Gewichten nach umgekehrt wie 8 zu 1; immer aber ist das Verbrennen der beiden Gasarten nöthig, um Wasser zu erzeugen. Dagegen hat man die beiden Bestandtheile des Wassers in einer engen, starken Glasröhre zu Knallgas gemengt, bis auf den 150sten Theil ihres Raumes zusammengedrückt, ohne daß eine Condensation zu Wasser eingetreten wäre; Kohlensäuregas wird flüssig schon bei der Hälfte dieses Druckes.

Wenn die Temperatur des Erdkörpers so niedrig wäre, daß sie unter dem Null- oder Gefrierpunkte der bei uns gebräuchlichen Thermometer stände, so würden die ungeheuren Massen von Wasser, welche die Oberfläche der Erde bedecken, woraus die Meere, die Seen bestehen, nur feste Massen sein; Flüsse gäbe es nicht, Quellen gäbe es nicht, wo sollten sie herkommen? Um einen Fluß zu bilden, muß es etwas Fließendes geben, aber Wasser unter 0 Grad fließt nicht, das ist Eis — es gäbe denn auch nicht England und im Gegensatz dazu den Continent, wie die Engländer sich ausdrücken — es gäbe dann auch nicht verschiedene Continente — das Wort selbst existirte nicht, denn alles wäre ein Continent, und man ginge zu Fuß oder führe auf Schlitten von Europa nach Amerika, von Amerika nach Asien, vom Nordpol zum Südpol und vom Victorialand nach Boothia felix — allerdings wäre dann Mancherlei nicht; es gäbe keine Pflanzen, denn diese können vom festen Wasser keine Nahrung ziehen, sie bedürfen dazu des flüssigen Wassers, ja schon fließendes Wasser, was eine niedrigere Temperatur hat, ernährt die Pflanzen nicht und wenn in den heißen und gemäßigten Ländern eine Quelle Segen ist, so ist in den Polargegenden die Nähe der Quellen ein Fluch — dort blüht und grünt alles auf das Ueppigste in der Nähe der Quelle; im heißen Erdstrich gewährt sie Kühlung, Herabstimmung der Temperatur des glühenden Sommers, es verwelkt, verdorrt, verbrennt nichts; in den gemäßigten Erdstrichen erhebt sie die Kälte des Winters von zehn und mehr Grad unter Null auf die Temperatur von acht, neun und mehr Grad über Null — nicht so in Island, wo die Quellentemperatur höchstens einen Grad über Null ist

usgenommen) und wo, obgleich das Wasser fließend, nicht
ꝫ der niederen Temperatur wegen nichts wachsen kann und
e Schritte davon prächtige Kornfelder stehen, doch in der Nähe
ede Vegetation aufhört.

is Wasser fest, so würden wir also zuerst keine Vegetation
uch keine pflanzenfressenden Thiere — allein eben deshalb wür-
keine fleischfressenden Thiere haben — gäbe es nun keine
keine Thiere, wovon sollte der Mensch leben — es gäbe auf
gefrornen Erde also überhaupt kein Leben.

erweise ist es nicht so, die Erde hat eine Temperatur, zusam-
s derjenigen, welche ihr, als einem glühend gewesenen Körper
oven sie aber unaufhörlich durch Ausstrahlung an den Welt-
— und demjenigen, was sie an Wärme unaufhörlich auf
älften von der Sonne bekommt. Da dieses vollkommen den
gleichen scheint, den die Erde wirklich durch Ausstrahlung er-
r während einer jeden Nacht und während des Winters auch
: wohl wahrnehmen können), so ist die Temperatur der Erde
anzen jetzt constant, wenigstens hat man durch Beobachtung
welche sonst und jetzt in verschiedenen, historisch seit lange
ten wachsen — ermittelt, daß der Temperaturunterschied zwi-
, da der Pentateuch gesammelt wurde und jetzt, noch nicht ein
ad der hunderttheiligen Skala betragen könne.

er sich gleich bleibenden Temperatur rührt es nun her, daß
eißen Zone das Wasser niemals in fester Gestalt sehen, so
hner von Südamerika ein Stück künstlich bereiteten Eises für
hielt und als er fand, daß dieser Krystall in seiner Hand
d zu reinem Wasser wurde, er in der Unmöglichkeit, sich den
ad desselben durch Temperaturerniedrigung zu erklären, den
doch Wasser war „eingeschlafenes Wasser“ nannte.

ser feststehenden Temperatur der Erde, welche nur durch
oder Nicht Sonnenschein modificirt wird, rührt her, daß wir in
welche wir die gemäßigte nennen, das Wasser bald in fester,
ger Gestalt sehen, und daß selbst in der Polarzone das Wasser
rt in fester Gestalt besteht, sondern, so geringfügig auch die
höhung während des Sommers ist, das Wasser doch aus der
flüssige Gestalt übergeht — es thaut. An der 200 Meilen
00 Fuß hohen Eismauer, welche James Roß während meh-
meres innerhalb der Grenzen des Südpolarkreises verfolg-
sale Eiszapfen hängen, groß genug um, wenn sie auf das
genäherte Schiff gefallen wären, dieses zu zertrümmern. [illegible]

also, wo das Wasser als Gebirge Hunderte und Tausende von Fußen a steht, wird nicht blos das Meer, welches dieses Gebirges Fuß bespü sondern das Gebirge bildende Eis selbst flüssig. — Ein Eiszapfen kann si nicht anders bilden, als indem Wasser niederträufelt an einer überhänge den Stelle und während dieser Zeit durch die niedrige Temperatur d Umgebung, seine eigene Temperatur so weit verliert um zu erstarren. D Oberfläche des Eises schmolz in dem Sonnenstrahl und wo das geschmo zene Wasser im Schatten niedersank, gefror es wieder; ein Vorgang, de wir während unseres Winters an jedem heiteren Tage und an jedem schne bedeckten Dache sehen können. Dort allerdings zeigt dieser Vorgang si nur während des Sommers.

Dort und auf der nördlichen Calotte der Erde giebt es allerding Eisgebirge, wie es wo anders Sandstein-, Kalk- und Granitgebirge gieb dort umschließen diese Gebirgsmassen die fossilen Reste urweltlicher Thier gerade so gut wie es anderwärts die Schiefer- und Kalkgebirge thun, allei nirgends ist auf unserem Planeten das Wasser unwandelbar in feste Gestal gebunden und selbst jene Massen der Kotzebue-, Chamisso-, Eschscholzbai un Insel — jene Gebirge von Eis, welche man fälschlich Gletscher nenn*) zeigen durch ihren Einschluß, daß sie einmal, in jener Urzeit, da sie die sigen Mammouths in den Schoos aufnahmen, flüssig gewesen sind, denn das feste Eis konnten diese Thiere so wenig dringen als in das feste Sch fer- oder Sandsteingebirge.

Dem glücklichen Umstande, daß die mittlere Temperatur der Erde s hoch über dem Gefrierpunkte ist, dankt die Erde die Flüssigkeit des Wassers und somit die Bewohnbarkeit der Erde durch Pflanzen und Thiere. Das Beispiel von dem mit Pflanzen bewachsenen Eisberge in Nordamerika dient nicht zum Beweise, daß die Erde auch im starren Zustande von allen Wesen bewohnbar wäre, sondern es dient zum Beweise, daß selbst dort, wo das Wasser zur Gebirgsart wird, anderes Wasser noch im flüssigen Zustande ist, als Nebel, als Regen den Erdboden befeuchtet, die löslichen Substanzen desselben den Pflanzen zuführt und sie dadurch nährt.

Die feste Gestalt des Wassers ist also von der Temperatur abhängig, allein dies ist kein Ausnahmsfall, sondern er ist eine durchgreifende Eigen-

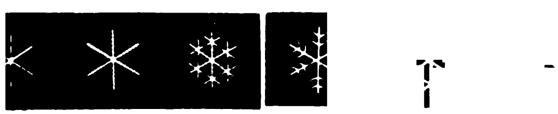
*) Ein Gletscher ist eine, im Thale zwischen zwei Bergzügen auf der schrägen Ebene herabgleitende Eis- und Schneemasse; die Grönländischen, welche John Roß besuchte, sind Gletscher so gut wie die Schweizer. Nicht so die Eismassen auf der Nordwestküste von Amerika und der Nordküste von Asien — dort liegt das Eis nicht in Thälern, aus denen es hernieder gleitet, sondern es bildet Hügel und Berge, ist compact und mit Erde bedeckt, mit Pflanzen der nordischen Climate bestanden, ist festes durchsichtiges blaues Eis, ist Eisgebirge, aber keineswegs Gletscher.

aller Körper, und wo dieses Festwerden durch Erniedrigung der
r oder das Flüssigwerden durch Erhöhung derselben nicht statt=
ist die Ausnahme — die Regel ist aber so allgemein durch=
aß man auch diese Ausnahme nur scheinbar nennt, sie eigentlich
lusnahme anerkennt, sondern sagt: wir können die Temperatur
eit erniedrigen, nicht so sehr erheben, um atmosphärische Luft
oder Graphit flüssig zu machen.

Wasser ist ein krystallisirbarer Körper, wie das Küchensalz oder
er; es gehört dem rhombischen Symsteme, demjenigen der ver=
Vierecke an. Ein Würfel besteht aus lauter rechtwinkligen Vier=
Rhomboeder ist ein würfelähnlicher Körper, dessen Seiten zwar
dessen Winkel aber nicht gleich sind, dergestalt, daß jede Fläche
hobenen Würfels zwei spitze und zwei stumpfe Winkel hat. Die
es Krystalls bleiben immer dieselben, daran kann man ihn er=
Winkel des krystallisirenden Wassers sind immer 60 und 120°.

Fig. 156.

A. B.



infachste Form ist die des sechsseitigen Plättchens, so erscheint
sehr häufig. Unsere Zeichnung giebt acht Schneekrystalle, unter
nfachste Krystallblatt; im Uebrigen pflegen Nadeln, welche sich
gedachten Winkeln aneinander reihen, die hervortretende Form,
unter dem Namen Schneesternchen kennt, zu bilden. Der flei=
sby hat deren 120 aufgezeichnet, es giebt aber noch bedeutend
nden sich Figur 7 und 8 der hier angeführten nicht unter denen,
resby mittheilt und welche unterdessen durch alle Lehrbücher der
e gewandert sind. Figur 2 ist ein ganz einfacher Stern aus
t (mehr kommen nie vor, gleich vertheilt bilden je zwei Nadeln
den Winkel von 60 Grad); Figur 3, 4, 5 und 6 zeigen gleich=
Sterne mit Ansätzen mancher, aber immer höchst zierlicher Art;
n solchen Stern mit Queransätzen, welche umgekehrte Richtung
t von der Mitte nach Außen streben, sondern umgekehrt von
Innen. Auf dem äußersten Ende jedes Strahles steht ein
ieck, dessen beide Seiten zusammen einen Winkel von 120 Gra=
ßen, man sieht wohl, daß wenn sich die leeren Zwischenräume
ns die unter 1 gezeichnete sechsseitige Tafel entstehen würde;

Figur 8 besteht nur aus drei Nadeln, aber auch hier sind die beiden Winkel von 60 und 120 Grad nicht zu verkennen.

Verfolgt man bei scharfem Frost die Bildung der Eiskrystalle an einer Fensterscheibe, so sieht man dieses Aneinanderreihen der Nadeln vor seinen Augen vor sich gehen; allein was im Innern einer Wassermasse geschieht, wenn sie gefriert, ist schwer zu ermitteln, weil das Wasser plötzlich durch seine ganze Masse erstarrt.

Wenn man Schwefel in einem Schmelzlöffel in Fluß kommen, darauf erstarren läßt und man durchbricht nun die schon erhärtete Decke und neigt den Löffel so, daß alles noch nicht Erstarrte ausläuft, so hat man beim späteren Zerbrechen den Schwefel in Nadeln krystallisirt; wenn man den geschmolzenen Zucker ebenso behandelt, so findet man, nachdem man den Syrup — das nicht Krystallisirbare, gewissermaßen die Mutterlauge, abgegossen, denselben in den Jedermann bekannten Kandiskrystallen. — Nicht so mit dem Wasser.

Dasselbe läßt sich bei nöthiger Vorsicht bis weit unter seinen Gefrierpunkt erkälten, wie bereits Fahrenheit vor 150 Jahren gefunden hat — eine andere Substanz würde dabei an den Rändern des Gefäßes erstarren, wie wir an den Kesseln aus Zuckerkant sehen, die nicht selten zur Schau in den Fenstern der Materialhandlungen stehen. — Nicht so mit dem Wasser.

Wird an einem sehr kalten Wintertage Wasser in einem Glasgefäß der niederen Temperatur der Luft ausgesetzt, so zeigt ein hinein gehängtes Thermometer drei, sechs, ja zehn Grad unter Null, ehe sich irgendwie Eis zeigt, vorausgesetzt, daß die Flüssigkeit auf keine Weise erschüttert werde, daher darf man auch das Thermometer nicht abwechselnd hinein halten und heraus nehmen, es muß ruhig in dem Wasser stehen bleiben. Beginnt nun endlich die Eisbildung oder befördert man dieselbe absichtlich durch eine Erschütterung, so gerinnt urplötzlich die ganze Wassermasse, das Thermometer steigt dabei bis auf 0 Grad; die Nadeln, welche von allen Seiten durcheinander schießen, erfüllen das Gefäß; wie sie sich jedoch bilden, wie die einzelnen Krystalle entstehen, sieht man nicht, sie sind da und es ist vergeblich die Grundkrystalle derselben aufzusuchen. Einen Augenblick später ist alles ein zusammenhängender Eisklumpen und man gewahrt keine Trennung irgendwo, das Eis ist vollkommen durchsichtig wie ein großer Krystall, der Lichtstrahl, welcher die feinsten Unregelmäßigkeiten entdeckt, sagt uns über den inneren Bau des Eiskrystalles nichts, als daß er nach allen Richtungen hin durchsichtig ist.

In den nördlichen Gegenden der gemäßigten Zone weiß jede Köchin, daß gefrierendes Wasser die Gefäße, in denen es befindlich, zersprengt. Der Physiker sagt darüber: das Wasser dehnt sich bei der Erstarrung zu

Eis um ein Zehntel seiner Masse aus; es ist diese Erscheinung eine Ausnahme von der allgemein feststehenden Regel, daß die Körper sich beim Erniedrigen der Temperatur immer mehr zusammenziehen — es sind nur wenige Körper bekannt, welche diese Eigenschaft theilen, dazu gehört das Eisen und der Gyps, weshalb sich diese auch ganz besonders zum Abformen zarter Gegenstände eignen, indem sie die Modelle, welche sie flüssig gerade gefüllt haben, beim Erstarren so gedrängt füllen, daß sie in die feinsten Ritzen und Vertiefungen dringen.

Das Wasser hat aber, hierzu gehörig, noch eine andere Eigenschaft, es dehnt sich nicht blos beim Erstarren aus, sondern schon, wenn es noch ganz flüssig ist und bis unter vier Grad der hunderttheiligen Skala herabsinkt. Dies ist der Punkt seiner größten Dichtigkeit, wird es fünf Grad warm, so dehnt es sich aus; wird es bis auf drei Grad, zwei Grad rc. erkältet, so dehnt es sich immer aus und zwar so bedeutend, daß kälteres Wasser beträchtlich leichter ist als vier Grad temperirtes und daß kälteres in solchem Wasser von vier Grad aufsteigt, gerade wie warmes Wasser in kaltem.

Die Natur liebt die Ausnahmegesetze nicht und wo sie dieselben bringt, hat sie höchst wichtige, triftige Gründe dazu, so auch bei dieser Eigenschaft des Wassers, dessen Dichtigkeit nicht mit Erniedrigung der Temperatur zunimmt, sondern dessen größte Dichtigkeit bei der Temperatur von vier Graden zu finden ist.

Kein Mensch ahnet die Wichtigkeit dieses Phänomens und doch hängt hiervon die Bewohnbarkeit unseres Planeten ab. Würde das Wasser immer dichter je kälter es wird, so müßte, wie es in der That mit allen anderen Flüssigkeiten geschieht und wie es auch mit dem Wasser bis zum vierten Grade geschieht, das kältere Wasser stets nach unten sinken, dort würde es drei Grad warm anlangen, aber nur zwei Grad warmes würde das wärmere verdrängen, so wie dieses wieder von noch kälterem verdrängt würde. Der Winter bringt uns eine stärkere Ausstrahlung nach dem Weltraume als die Sonne ausgleichen kann bei ihrer sehr schrägen Stellung. Das Wasser des Meeres und aller Flüsse wird an der Oberfläche immer kälter, und dieses niedriger temperirte Wasser sinkt immerfort unter bis alles Wasser unter Null Grad angelangt ist und wie mit einem Zauberschlage die Meere und die Flüsse der gemäßigten Zone zu Eis erstarren, von Grund auf gefrieren.

Indessen werfen die Quellen immer Wasser aus, aber auch dieses erstarrt so wie es an die Oberfläche kommt und es bilden sich ganze Gebirge von Eis um die Quelle her; alles Leben im Meere und in den Flüssen ist verschwunden, nur die heiße Zone wird davon eine Ausnahme machen, aber

von den Meeren der gemäßigten Zone fließt das kalte Schmelzwasser immer fort nach unten hin, selbst die tropischen Meere würden in der Tiefe Wasser von Null Grad haben und in Folge dessen von unten auf erstarren und der Sommer könnte wohl furchtbare Ueberschwemmungen, nicht aber animalisches und vegetabilisches Leben bringen, denn das Eis ist kein Wärmeleiter, die Sonne könnte einige Fuß von der Oberfläche wegschmelzen, bis in die Tiefe aber würden die Strahlen nicht dringen und die Erde wäre eine Eiswüste überall, so wie sie es in den Polargegenden ist.

Jetzt tritt ein anderes Verhältniß ein, das kälter werdende Wasser sinkt nur unter, bis es die Temperatur von vier Grad hat. Dieses Wasser kommt es nicht wieder herauf, außer durch Strömungen. Die Temperatur von vier Grad hat es überall am Grunde des Meeres — weiter aufwärts kann es wärmer, kann es auch kälter sein; aber am Meeresgrunde kann die Temperatur nicht unter vier Grad kommen, weil das kältere Wasser nicht mehr untersinkt; eben so wenig kann die Tiefe des Meeres erkältet werden durch das Eis, dieses ist so leicht, daß es immer oben auf der Wasserfläche schwimmt und durch das Wasser getragen wird, aus welchem es sogar um ein ganzes Zehntheil seiner Masse herausragt.

So gefrieren die Ströme, die Meere wohl oben, aber nicht in der Tiefe; so können die Quellen ihr Wasser immerfort ergießen, ohne daß es dem Lande gefährlich wird, denn unter der schützenden Decke des Eises rollt das Wasser seinen Weg fort dem Meere zu. Aber die Decke, welche die Ströme bekommen, wird auch gar nicht dick, zwei Fuß ist beinahe etwas Unerhörtes, denn das Eis ist ein sehr schlechter Wärmeleiter; es wird an seiner Oberfläche 10 Grad, vielleicht 20 Grad kalt, 6 Zoll tiefer hat es kaum 10 Grad, 5 Grad, noch 6 Zoll tiefer hat es nur die Temperatur des gefrierenden Wassers, ist aber immer mit dem gleich temperirten Wasser in Berührung und behält also diese Temperatur; größere Dicken als 12 bis 15 Zoll erhält das Eis der Flüsse selten durch das einfache Gefrieren des vorhandenen Wassers; ist die Masse wirklich dicker, so rührt dies von darauf gefallenem Schnee her, welcher entweder durch die Strahlen der Sonne geschmolzen oder durch einen Regen verdichtet und dann wieder gefroren ist, was sich allerdings so oft wiederholen kann, daß die Dicke von zwei Fuß weit übertroffen wird, wobei man jedoch beim Durchbrechen solch eines Stückes ganz deutlich die Art der Entstehung von Oben her verfolgen kann.

Die Ausdehnung des Wassers beim Erstarren hat eine ganz unwiderstehliche Gewalt. Fig. 157 zeigt die Versuche, welche gemacht sind, diese Ausdehnung zu hindern oder ihre Stärke zu messen. Die Florentiner Academia del Cimento hatte Wasser in kupferne Gefäße gebracht, verschloß dieselben und ließ sie dann gefrieren; das weiche Kupfer gab dem Drucke

h, aber dieser Druck vergrößerte die Gefäße, so daß es bequem meßbar r, zuerst dadurch, daß sie durch einen anschließenden Ring nicht mehr gen, durch welche sie vor dem Versuche passirt waren, dann dadurch, man den Umfang vor und nach dem Experimente mit einem band-gen Maaßstabe untersuchte. Als die Physiker dieser verdienten Gesell-ft die Versuche mit stärkeren Gefäßen wiederholten, wurden dieselben, wohl von weichem Kupfer, doch zerrissen, denn nur das dünne, gehäm-te Kupfer hatte die erforderliche Nachgiebigkeit. Allein das Auffallendste : dasjenige, was durch die Zeichnung dargestellt werden soll.

Fig. 157.



Die Artillerie-Maj. ward Williams, Quebeck (Canada) sta-irt, ließ zwei Bomben 13 Zoll Durchmesser Wasser füllen und den Hals derselben n starken eisernen ock treiben und sie n dem Frost aussetzen. h einiger Zeit wurde Knall gehört, viel stärker als ein Flintenschuß und man sah von dem Beobachtung errichteten Zelte aus ganz deutlich den eisernen Pflock ausspringen und ihm einen 8 Zoll langen Eiscylinder folgen. Der eiserne ock ward 400 Schritt weit fortgeschleudert.

Die andere Bombe widerstand noch eine Zeit lang, dann hörte man n viel stärkeren Knall als der vorige — die Bombe war rundum zer-engt. Der Pfropfen hatte Widerstand geleistet, aber die Cohäsion des ens war überwunden worden. Aus dem Riß war ein breites Band von gequollen.

Man kann in seinen vier Pfählen das Experiment ziemlich gefahrlos chen. In das Zündloch eines Komißpistolenlaufes läßt man eine Schraube n, den Lauf läßt man zu einem Viertheil abschneiden, so daß man nur stärkeren Theil desselben behält. Um diesen wird von dem Schmied eisernes Band glühend gelegt und angeschweißt, dann aber wird in die ndung eine Schraube geschnitten und nun, nachdem das Rohr mit sser gefüllt ist, eine Schraube angesetzt und tüchtig angezogen.

Nunmehr legt man den so verschraubten Lauf in eine hölzerne Wanne, welcher Schnee befindlich (je kälter je besser, bei 6 Grad unter Null ngt der Versuch viel schneller als bei Null Grad). Dieser Schnee wird gleichviel Küchensalz bestreut und durcheinander gerührt, dahinein aber

der Lauf fest gebettet. In kurzer Zeit erreicht das Gemisch von Eis und Salz eine Temperatur von 12-Grad unter Null und ehe dies geschieht, hört man einen krachenden Ton, welcher das Zersprengen des Laufes anzeigt. Da es möglich ist, daß der Pfropfen hinausgeworfen wird, so ist es gut, sich nicht gerade vor den Lauf zu stellen; im Uebrigen ist keine Gefahr zu besorgen, denn das Zersprengen des Laufes, welches jederzeit erfolgt, falls der eingeschraubte Pfropfen nicht nachgiebt, geschieht nicht so wie durch Pulver plötzlich und mit der Entwickelung vieler Gase, sondern es findet ganz einfach ein Reißen der Länge nach statt und es tritt aus dem Spalt diejenige Menge Wasser, welche nicht Platz hatte im Laufe, als es zu Eis werdend, um ein Zehntheil an Volumen zunahm.

Die Gewalt, mit welcher dieses geschieht, ist völlig unwiderstehlich. Die Kraft, mit welcher das Eisen einer Bombe, das Metall eines Kanonenlaufes zusammenhält, verschwindet als unbedeutend gegenüber dieser Gewalt der Ausdehnung, es sind ganz andere Kräfte, die überwunden werden.

Um die riesigen Säulen und Pfeiler, welche man zu den prächtigen Kirchen in Petersburg brauchte, und welche von polirtem Granit 80 Fuß hoch sind, also zehn Fuß im Durchmesser halten, zu gewinnen, brach man Monolithen von der gedachten Größe aus den prächtigen Granitgebirgen, welche in Finnland in der Nähe des Meeres aus ungeheurer Tiefe aufsteigen, so daß man bis dicht an die Steinbrüche mit den Schiffen gelangen kann.

Solch ein Stück von 80 Fuß Länge, 10 Fuß Breite und 10 Fuß Dicke von dem Urgestein zu lösen, scheint eine verzweifelt schwere Aufgabe — nicht so den Petersburger Architekten. Nachdem oben eine Fläche von der gegebenen Ausdehnung geebnet und die vordere dem Meere zugekehrte, verwitterte Seite abgesprengt und abgemeißelt war, hieb man zehn Fuß an der Kante nach dem Innern des Felsens zu und zehn Fuß von oben herab nach dem Meere zu von Fuß zu Fuß eine Reihe viereckiger Löcher, kaum eine Elle tief und vielleicht zwei Zoll lang und einen Zoll breit.

War diese doppelte Reihe von Löchern gemeißelt oder gebohrt, so füllte man sie mit Wasser und schlug Holzkeile oben hinein. Die Oeffnungen an der Seite füllte man mit Wasser, indem man eine kleine Schüssel von Lehm davor festknetete und so das Wasser hinein laufen ließ.

Nunmehr wartete man einige Tage tüchtigen Frostes ab — der ist in Finnland gar nicht zu gelinde. Hatte er die nöthige Zeit gewährt, so konnte man einen Spalt wahrnehmen, der von Loch zu Loch ununterbrochen über die ganze Länge des bearbeiteten Felsenstückes ging; ein ähnlicher Spalt befand sich auf der vertikalen Seite horizontal verlaufend, jenem von oben senkrecht herabgeführten entgegen. Es ward der Granitblock von seinem Muttergestein getrennt; ein Stück von 8000 Centnern war durch die Aus-

nung des Wassers verschoben und aus seinen Fugen gerissen, es war ungeheure Cohäsionskraft, welche diese Massen bei solcher Ausdehnung ammenhielt, überwunden werden, lediglich durch zwei mal achtzig Paral- pipeden — zolldicke Lineale von Wasser, welche in Eis übergehend nicht iderstand genug fanden an dem 8000 Centner schweren Stück und an Kraft von vielleicht einer Million Centnern, mit welcher die Flächen von 0 Quadratfuß aneinander hafteten; wahrscheinlich ist aber diese Annahme l zu gering, denn wäre der Block aus Tannenholz statt aus Granit, so rde, um ihn von seiner Fläche (bei 800 Quadratfuß) loszureißen man ½ Million Centner brauchen.

Und doch überwindet das zu Eis werdende Wasser diesen Widerstand d die sämmtlichen Granitsäulen in Petersburg sind auf gleiche oder ähn- he Weise gebrochen — nämlich im Sommer (wo selbst in Finnland das asser nicht gefriert, sondern fruchtbare Felder grünen und blühen und te Früchte reifen, wenn auch nicht gerade Apfelsinen und Eremitagen- rauben) geschieht das Absprengen durch in die Oeffnungen getriebene ile von sehr trocknem Holze, welche man, nachdem sie tief genug gesenkt rden, durch eine Rinne, die von Oeffnung zu Oeffnung geht, mit Wasser eist; bald quillt das Holz dergestalt, daß es dieselbe Wirkung hat wie s Eis, es trennt den Block von seinem Muttergestein.

Das Eis ist um ein Neuntel *seines* Gewichtes leichter als Wasser, er was genau dasselbe sagt: es ist um ein *Zehntheil* des Gewichtes s Wassers leichter als dieses. Vermöge dieses Gewichtsunterschiedes hwimmt es auf dem Wasser und ragt um ein Neuntel seiner Masse dar- ls hervor, kann also noch etwas tragen. Dieses „Etwas" ist nicht eben ring. Wenn die nordischen Flüsse: die Weichsel, die Elbe, die Weser, r Rhein mit festem Eise bedeckt sind, so fährt nicht blos der Bauer, so hrt der Frachtfuhrmann mit seinem schwer beladenen Wagen furchtlos rüber hinweg; im Jahre 1813 sind über die zugefrorne Elbe die Batte- en der Schweden und der Preußen vielleicht zwanzigmal gefahren, als es lt *Davoust* in Hamburg abzuschneiden und ein sehr kleines Einschlie- ngskorps, kaum den dritten Theil der in Hamburg versammelten Macht tragend, bald hier bald dort seine ganze Macht vereinigen mußte, um e Franzosen und Dänen im Schach zu halten.

Ein kleines Rechenexempel wird uns die Tragekraft lehren: nehmen ir an, die Eisdecke habe 18 Zoll Dicke, so trägt die Fläche von 6 Qua- atfuß genau das Gewicht eines Kubikfußes seiner eigenen Masse. Ein ubikfuß Wasser wiegt 66 Pfund, davon wiegt das Eis 9/10, also 59 4/10 Pfd. ir wollen es der Kürze wegen nur auf einen halben Centner annehmen 5 also bedeutend zu gering), so haben wir auf einer Scholle von 6 Fuß

Länge und 2 Fuß Breite bereits die Tragekraft von einem Centner und auf einer Scholle von einem Quadratklafter können zwei Mann ganz sicher wie auf einem Kahne fahren.

Die Elbe hat bei Hamburg eine Meile Breite, Blankenese ist von Hamburg eine Meile entfernt. Auf dieser Fläche Eis, welche zwischen Hamburg, Harburg und Blankenese die Elbe bedeckt, würden 12 Millionen Centner stehen können und zwar ohne Gefahr einzubrechen, denn die Tragekraft des Eises ist größer als wir angenommen haben. — Die Einwohner der vier Königreiche: Sachsen, Hannover, Baiern und Würtemberg, wenn sie sämmtlich erwachsene Männer wären, könnten also sehr sicher auf diesem Flecke Eis stehen.

Wir wissen allerdings beide, mein geehrter Leser sowohl als ich, daß zwischen Hamburg und Harburg nicht lauter Elbe, sondern sehr viel Insel befindlich ist; allein darauf kommt es nicht an, sondern lediglich darauf, was eine Fläche achtzehnzölliges Eis von der Größe einer Quadratmeile tragen könnte und darauf dieses an ein ziemlich bekanntes Beispiel zu knüpfen. Der Vierwaldstädtersee in der Schweiz hat eine wirkliche Wasserfläche von zwei Quadratmeilen; sie wäre groß genug um, ganz mit Eis von der angegebenen Stärke bedeckt, die Einwohner der vier Königreiche und des Königreichs Preußen dazu gezählt, zu tragen.

Welche Lasten eine Scholle hebt, davon legen jene ungeheuren Granitblöcke Zeugniß ab, welche in der Urzeit von den Gebirgen der Skandinavischen Halbinsel herüber getragen sind, jene enormen Blöcke von Urkalk und Granit und anderem Gestein, welche sich aus den innersten und höchsten Punkten der Schweiz, z. B. aus der Montblanc-Gegend über die ganze niedere Schweiz ergossen haben, welche man ihrem Ursprunge nach genau kennt und welche jetzt dreißig und mehr Meilen von diesem Lagerorte des Muttergesteines an den Abhängen des Jura (bis zur Höhe von 3000 Fuß) vorkommen. Das pays de vaux (französische Schweiz) weist einen der schönsten Blöcke in dem von Monthey auf, der uns mit siegender Gewalt die Wahrheit der Ansicht darthut, daß er durch eine Eisscholle dahin getragen sei; nicht nur gehört er nicht der Juraformation, sondern dem Kerne der Alpen an; sondern er zeigt auch, daß er nicht zu den Steinen gehört, die man groß oder klein mit dem Namen Geschiebe, Gerölle bezeichnet; er ist nicht geschoben und gerollt, wie das zu seinen Füßen liegende gerundete Stück, sondern er ist getragen worden wie auf einem großen Floß, jede seiner Ecken ist unverletzt, ist geschont, er ist nicht abgeschliffen und gerundet, seine Flächen und Kanten sind so scharf markirt, daß man glaubt, er sei gestern aus seinem Steinbruch dahin gebracht worden. Wodurch wäre dies geschehen bei einer Länge von 60 Fuß und einer Höhe von 24 Fuß

über der Erde (in welche er noch um ein nicht Unbeträchtliches eingesenkt ist), wodurch wäre dies geschehen, bei einem Gewicht von wenigstens 150,000 Centnern?

Fig. 158.



Aber das sind nicht Muthmaßungen oder auch nicht Hypothesen, aus den Umständen abgeleitete Wahrscheinlichkeiten, sondern Thatsachen, die sich vor den Augen lebender Menschen vorgehen.

James Roß auf seiner Reise nach den Südpolarmeeren sah nicht nur an vielen Stellen gewaltige Steinblöcke auf den Eisinseln und Eiscontinenten, sondern er nahm auch wahr, wie eine gewaltige, frei schwimmende Eismasse, einen, mehrere Kubikklafter enthaltenden Stein von dem Meeresboden heraufbrachte, dessen gegenwärtig oberste Seite (die früher umgekehrt am Meeresgrunde gelegen hatte) die ganz frische Beschaffenheit der eben erfolgten Lösung zeigte, indeß das Uebrige noch mit Meerespflanzen, Thieren und mit dem Schlamm des Bodens bedeckt war.

Die Eisscholle hatte auf dem Boden festgesessen und den Stein umschlossen. Sie war durch die Wellenbewegung losgebrochen und hatte den Stein mitgenommen. Nun war aber unzweifelhaft ihr Obertheil der viel größere und schwerere gewesen und deshalb erfolgte eine Umwälzung der Scholle, welche den schmaleren unteren Theil mit dem Stein nach oben brachte.

Daß eine solche Umkehrung stattfand war ein Zufall (ein sehr lehrreicher, die Ansicht von der Fortbewegung der Steine durch Eis sehr unterstützender); allein auch ohne diesen wäre der, unter dem 70 Grad südlicher Breite gelöste Stein mit der Strömung so weit äquatorwärts gekommen, bis entweder die Scholle immer weiter zusammenschmelzend ihn nicht mehr

hätte tragen können, oder bis sie auf einer Sandbank sitzen geblieben wäre; dort wäre der Stein niedergelegt und ein Geologe kommender Jahrtausende würde, falls eine Hebung des Bodens an jener Stelle stattgefunden, sich haben fragen müssen: wie kommt dieser Findlingsblock, dieser erratische Stein hierher, auf die Bank lediglich aus feinem Sande bestehend? und ohne die von James Roß aufgezeichnete Geschichte desselben zu kennen, würde er doch nur auf eine Uebertragung des Steines aus einer fernen Gegend, wo diese Gebirgsart in zusammenhängenden Massen ansteht, rathen können und würde die Geologie nicht Rückschritte gemacht haben bis dahin, so würde er dem Eise diese Uebertragung zuschreiben müssen.

Das Wasser ist ein Körper von höchster Wichtigkeit, es ist nöthig denselben genau zu kennen, weil Chemie und Technologie seiner zu allen Operationen bedürfen, weil er die Maaß- und Gewichtseinheiten für alle Körper abgiebt, weil er das allgemeine Auflösungsmittel für unzählige Stoffe ist und weil er überhaupt in der Oeconomie der Natur ein so unentbehrliches Agens ist, wie in der Oeconomie des Menschen; so wenig als es möglich wäre, daß Thiere und Pflanzen existirten ohne Wasser, welches nicht nur eines ihrer Bestandtheile ist, sondern der größte und wichtigste ihrer Bestandtheile; so wenig könnten die Existirenden fortleben, wenn man ihnen das Wasser entzöge.

Zum Glück hat man nicht nöthig diesen höchst wichtigen Stoff aus seinen Bestandtheilen zusammen zu setzen, denn er findet sich beinahe überall und wo er nicht in genügender Menge vorhanden ist, wo vielleicht die Leute auf die Sammlung des Regenwassers in Cisternen angewiesen sind, macht der Wassermangel das Land eigentlich unbewohnbar, oder hindert das Stärkerwerden der Bevölkerung, so auf vielen Stellen von Kleinasien, auf dem Nordrande von Afrika, auf dem Hochlande von Spanien (in Madrid kauft man das Wasser wie in Paris; der Bach Manzanares, welcher durch Madrid geht und doch gewaltiger Brücken bedarf, weil seine hohen Ufer eine Verbindung fordern, der Bach aber nach starken Regengüssen sein Bett wohl ausfüllt — gab einem Witzbold Gelegenheit zu sagen: man solle die Brücke verkaufen und dafür lieber Wasser in den Fluß besorgen) ist das Leben sehr beschwerlich und dürftig, blos weil es überall an Wasser fehlt, welches man in der trocknen Jahreszeit oft Meilen weit herholen, auf dem Kopfe herbeitragen muß.

Der allgemeine Behälter ist das Meer; dieses und die Atmosphäre bilden jenen großen Destillirapparat, welcher die Erde fortwährend mit Wasser versorgt an beinahe allen Stellen, wo nur ein Niederschlag möglich ist. Das Meer ist der Kessel, am Aequator wird gefeuert und die kreisförmigen Strömungen, welche wir mit dem Thermometer verfolgen können,

zeigen wie das dort gekochte Wasser überall hin verbreitet wird. Die Atmosphäre ist der Helm, welcher die Dämpfe aufnimmt — eben ist der Kühlapparat. — Die Höhe über der Erde giebt seine Lage an, er befindet sich in den Polarregionen sehr nahe an der Oberfläche der Erde, er steigt in der gemäßigten Zone höher und höher und erreicht in der heißen Zone die Höhe von 16,000 bis 18,000 Fuß über der Meeresfläche, selbst da schlagen sich die Dämpfe mitunter nicht einmal nieder und während man schon den Brocken selten unbewölkt sieht, noch seltener die Schweizer und Tyroler Alpen, erblickt man umgekehrt die höchsten Gipfel der Andes nur selten in Wolken gehüllt.

Aus diesem Kühlapparat fällt der niedergeschlagene Wasserdampf auf die Erde, speist dort als Regen die Quellen und diese bilden Bäche und Flüsse und eilen endlich alle wieder zum Meere, damit dasselbe nicht leer werde. Nur wenig Gegenden giebt es, die regenlos sind, so die Sahara -- dies ist allerdings ein glühender Ofen, von welchem in einer Ausdehnung von 60,000 Quadratmeilen immerfort heiße, trockne Luft aufsteigt, welche die möglicherweise über ihr schwebenden Dünste (die sich wohl niederschlagen würden, falls die Temperatur nur nicht so hoch wäre) immer wieder von Neuem auflösen, durch erhöhete Temperatur in der Schwebe erhalten.

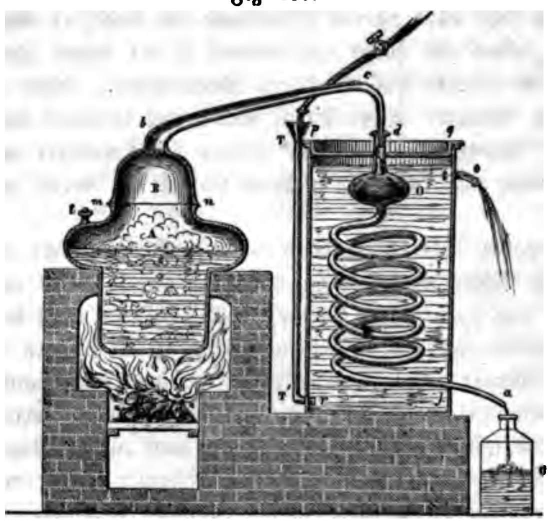
Außer dieser Stelle und einer ähnlichen in Hochasien, fällt Wasser aller Orten in der Form von Regen, Schnee, Reif oder Thau aus der Atmosphäre nieder und dieser Niederschlag ist vollkommen reines Wasser, vorausgesetzt, daß man nicht die ersten Portionen eines fallenden Regens auffängt, weil diese jederzeit den in der Luft schwebenden Staub, Rauch u. s. w. niederführen und also unreines Wasser geben und ferner: vorausgesetzt, daß man das Regenwasser nicht aus der Dachrinne beziehe, denn hier hat es Thon, Kalk, Erde und Humustheile und unzählige andere durchaus nicht zu dem Begriff „Wasser" gehörige Dinge aufgenommen, ist also durchaus unrein.

So frei, fern von Häusern und Bäumen, in einer großen Porzel[illegible] schüssel aufgefangenes Wasser von einem Regen, der schon eine Viertel[illegible] gewährt hat, ist chemisch rein und kann durch keine Kunst noch rei[illegible] gestellt werden; allein, da man nicht immer solches Wasser hat, [illegible] reines Wasser braucht, um es bei den Auflösungen, Waschun[illegible] schlägen ꝛc. anzuwenden, so hat die Chemie noch ein Mittel [illegible] Wasser zwar nicht reiner, denn das ist wie gesagt nicht [illegible] nigstens eben so rein darzustellen als Regenwasser, dies [illegible] Destillation.

Der gewöhnlichste Apparat, durch welchen man [illegible] Mengen erzielt, ist der, dessen sich vor vierzig [illegible] Branntweinbrenner bedienten, die Branntweinbl[illegible]

seit diese Leute sich in Spiritusfabrikanten verwandelt haben, ist die Branntweinblase, wie Fig. 159 dieselbe darstellt, für solchen Zweck gänzlich außer

Fig. 159.



Gebrauch gekommen; zur Destillation aber von Wasser oder von bereits fertigem Spiritus, um ihn vielleicht noch procentreicher zu machen oder um ihn zu entfuseln, ferner zur Destillation eines Gemisches aus Weingeist und ätherischen Oelen, also um Eau de Cologne oder um Kamphin zu machen, bedient man sich desselben immer noch als des besten und des einfachsten.

A der Zeichnung 159 heißt die Blase, B der Helm, dieser ist bei mn abzunehmen und wird gewöhnlich durch Schrauben mit der Blase luftdicht verbunden. Unter der Blase macht man Feuer an und das in Kochen gerathende Wasser sendet Dämpfe empor, welche sich am Helm niederschlagen, natürlich fließen die niederschlagenden Dämpfe wieder in die Blase zurück — so bekommt man kein destillirtes Wasser, das sieht jeder Mensch!

O doch, geehrter Leser! wir müssen uns nur Zeit lassen. Der Wasserdampf schlägt sich an dem Helm nieder und fließt als Wasser in den Kessel zurück; das, was ihn zu Dampf machte, die Wärme, fließt nicht mit zurück, diese Wärme wird dem Helm abgegeben. Bald ist der Helm selbst so heiß, daß sich nichts mehr an ihm niederschlägt; dann hört das Zurückfließen auf und es steigen die Dämpfe in die Röhre bc, auch da werden sie im Anfange der Operation niedergeschlagen, bald aber ist diese Röhre eben so heiß als der Helm und sowie die Erhitzung bis cd gelangt ist, hört das Zurückfließen vollständig auf, die Dämpfe gelangen nach dem hohlen Raum o (der in vielen Fällen auch nicht vorhanden, eigentlich auch nicht nöthig ist) und aus diesem in die Schlange, ein vielfach gewundenes Kupferrohr, das in einem großen Gefäße steht und bei j die Wandung desselben durchbricht und in einem abwärts gekrümmten Theil endet.

Natürlich würde diese Schlange sehr bald eben so heiß werden als der

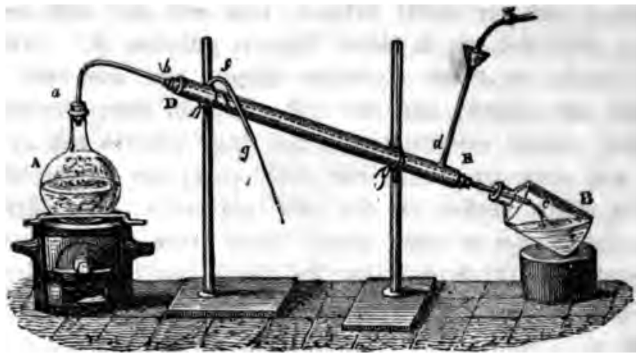
nd der Theil der ganzen Röhre, welcher zwischen dem Helm und der
je liegt; damit wäre natürlich die eigentliche Destillation beendet,
e Dämpfe würden sich nicht mehr niederschlagen, sondern als heißer
bei a aus der Röhre strömen, man will aber nicht den Dampf
die Flüssigkeit, die in diesem Dampfe enthalten ist. Deshalb, da-
Dämpfe bis d und o gelangen können, läßt man diese Theile so
rden als möglich, nun aber will man nicht mehr Dämpfe sondern
tillat, darum verhindert man von d an abwärts das Erhitzen der
;e und zwar, indem man das Gefäß pqrj mit Wasser füllt.
eses würde indessen nur eine Zeit lang helfen — es würde schließ-
st das Wasser in seiner ganzen Masse erhitzt werden — ein Pfund
ampf von 100 Grad bringt fünf Pfund Wasser zum Sieden, wenn
Null Grad hatte — natürlich mehr, wenn seine Temperatur
var.

ı das Schlangenrohr, welches man das „Kühlrohr" nennt, und
in dem „Kühlfasse" steht, immerfort kühl, seinem Namen entsprechend
lten, sorgt man dafür, daß stets neues, frisches Wasser zufließt und
värmte fortgeschafft wird. Dies geschieht dadurch, daß man durch
ren TT' Wasser, wie es der Brunnen liefert, bei r in das Gefäß
ı läßt, ganz oben bei o aber dem warm gewordenen, welches als
htere von selbst aufsteigt, Abfluß gestattet. Es wird nun immerfort
Wasser unten zugeführt, das in dem Kühlfaß vorhandene wird also
vertrieben, da die Oeffnung zum Entweichen für dieses vertriebene
aber ganz oben ist, so kann nur warmes Wasser entweichen und so
das Rohr immerfort kühl, die darin circulirenden Dämpfe werden
schlagen und sie kommen als Flüssigkeit bei a zum Vorschein, wo
h ein untergesetztes Gefäß C aufgefangen werden.

versteht sich von selbst, daß solcher Apparat nur angewendet wird,
n täglich Hunderte von Quarten destillirten Wassers braucht. Für
Mengen bedient man sich des unter Fig. 160 angegebenen [illegible]
Auf dem kleinen Ofen, den wir hier sehen, steht der Kolben [illegible]
A mit der zu destillirenden Flüssigkeit, für unsere näch[illegible]
:unnenwasser, welches wir in destillirtes Wasser ver[illegible]
m ist dabei in der Regel nicht, wiewohl man in [illegible]
hen Apparaten auch ganz regelrecht geformte gläs[illegible]
ssen dient hier gleich ein in die Flasche mittelst [illegible]
;, dünnes Glasrohr abc, welches durch das [illegible]
as den Kühlapparat abgiebt. Die Röhre ist [illegible]
durch starke Korke, welche in der Mitte [illegible]
prungen sind nur gerade groß genug [illegible]

hindurch zu lassen. Durch einen Trichter, welcher in der unteren Gegend des Kühlapparates angesetzt ist, fließt immerfort kaltes Wasser hinein, durch

Fig. 160.



ein Ausgußrohr fg strömt das erwärmte Wasser oben aus. Das Standgefäß B empfängt das Destillat, wobei gar nicht nöthig ist, daß es schräg liege, es kann auch stehen wie C in der vorigen Figur, man giebt ihm vielleicht auch einen Trichter um das destillirte Wasser aufzufangen. — Dies sind Nebendinge.

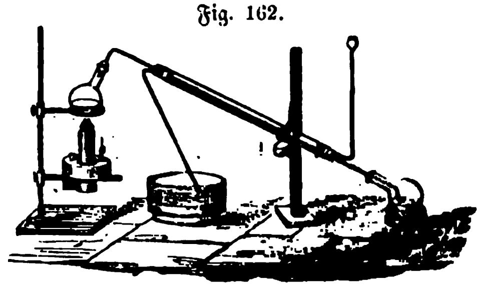
Fig. 161.



Wichtiger ist die Frage, ob das Glasgefäß auch die Hitze des Kohlenfeuers ertragen wird. Ist das zu Destillirende Wasser, nun so ist nicht viel verloren; man nimmt eine andere Retorte und vertauscht die naßgewordenen Kohlen, wenn der Kolben A zersprungen sein sollte, mit anderen; allein wenn es Weingeist, wenn es ein ätherisches Oel oder eine Mischung von beiden sein sollte, so ist der Verlust schon sehr viel größer, zudem aber ist eine unabweisbare Gefahr dabei — es kann das Labora-

rium in Feuer aufgehen, es können dabei Menschenleben verloren gehen. arum sucht man dergleichen so viel als möglich abzuwenden, indem man n Kolben oder die Retorte mit der zu destillirenden Flüssigkeit nicht direkt das Feuer legt, sondern wie Fig. 161 zeigt, diesem Feuer einen mit nd oder mit Wasser gefüllten Kessel aussetzt und erst in diesen die etorte bringt. Diese Einrichtung nennt man ein „Bad" und bezeich- dasselbe näher durch die Substanz, womit es gefüllt ist — ein Sand- d, ein Wasserbad — das letztere heißt auch Marienbad. Die Ein- htung ist im Uebrigen dieselbe wie bei der vorigen Figur. Man sieht erdies noch das Wassergefäß, welches die Röhre zur Abkühlung der impfe mit Wasser speist, man sieht in demselben auch den Hahn, mittelst sen der Zufluß kalten Wassers genau geregelt werden kann. Die Re- te ist hier ebenso tubulirt, wie in der Blase Figur 159 eine Oeffnung gebracht ist. Beide haben denselben Zweck neue Flüssigkeit zuzuführen, nn die vorhandene bald verbraucht ist, ohne die Destillation zu unter- echen, wenigstens ohne den Apparat auseinander zu nehmen. Auch die rlage ist tubulirt, man hat nicht nöthig sie zu wechseln, man kann, so e dieselbe sich mehr als zur Hälfte füllt, sie durch einen Heber entleeren.

Fig. 162.



Ist die Menge des De- llats, welche man gewinnen ll, eine sehr geringe, so be- nt man sich der Berze- us'schen Lampe als Feue- ngsmittel, und eines kleinen laskolbens als Kochgefäß, e Fig. 162 zeigt. Es wäre erzu weiter nichts zu sagen, nn die bloße Ansicht des pparates erklärt ihn; allein wir wollen noch darauf aufmerksam mach- ß es gut sei, wenn der Leser die drei annähernd gleichen ler vergleichenden Betrachtung würdigen wollte. Bei dem einen torte im freien Feuer, bei dem anderen in einem Bade. ten ist das Kühlrohr an zwei Ständer gebunden, bei dem ien Ständer gehängt, auf der anderen Seite aber durch dem dritten Apparate sieht man nur einen Halt ten haben eine metallne Röhre zur Umhüllung mpfrohrs, bei dem dritten ist es eine gläserne lben, dort eine Retorte das Kochgefäß, dort steht Destillat aufgefangen werden soll, auf einem rohkranz, in der Blechröhre sind dort die

seitlich eingelöthet, in der letzten Figur sind sie durch den Kork, in dessen Mitte die Dampfröhre läuft, geführt. Alle diese Unterschiede scheinen unwesentlich und scheinen es nicht blos, sie sind es wirklich, allein es war die Absicht des Verf. dem Laien in der Chemie, für den dieses Buch geschrieben ist, zu zeigen, wie wenig auf die Form ankomme und wie leicht man sich durch ein anderes Hülfsmittel über ein fehlendes hinwegsetzen könne — wer nicht zwei Ständer hat, der nimmt einen, oder er setzt ein paar Holzklötzchen unter; wer nicht ein blechernes Kühlgefäß hat, was vielleicht einen Thaler kostet, der macht sich selbst ein solches aus einer Glasröhre und zwei Korkstöpseln ꝛc. Das charakterisirt den eifrigen Chemiker, daß er nicht lauter fertige Apparate, vom Mechanikus gekauft, nöthig hat, sondern daß er sich dieselben mit eigener Hand verschafft — wer nicht mit dem Hammer feilen und mit der Säge bohren kann, der soll es nur bleiben lassen Chemiker zu werden; es ist nicht immer zu Allem das Rechte zur Hand, der Chemiker muß sich zu helfen, muß sich aus dem Unrichtigen das Rechte zu machen wissen.

Das auf eine der gedachten Weisen gewonnene Wasser ist ein Produkt der Verbrennung von Wasserstoff im Sauerstoff, wie wir bereits wissen, besteht aus acht Gewichtstheilen oder einem Maaßtheil Sauerstoff auf einem Gewichtstheil oder zwei Maaßtheilen Wasserstoff und muß als Wasserstoffoxyd betrachtet werden, gegenüber einer anderen Verbindung derselben beiden Körper, welche mehr Sauerstoff enthält und Wasserstoffsuperoxyd oder oxydirtes Wasser genannt wird und welche einer späteren Betrachtung vorbehalten bleibt.

Das so gewonnene Wasser in der eben noch einmal berührten Zusammensetzung wird zur Gewichtseinheit genommen, sein specifisches Gewicht ist also 1 oder 1,00 oder noch gelehrter 1,0000, d. h. immer nur 1 (Eins), es ist nur auf die Art geschrieben wie der Mathematiker es thut, wenn er mit solcher Zahl andere vergleichen will und heißt „Eins, kein Zehntheil und kein Hunderttheil oder Eins, kein Zehntheil, kein Hunderttheil, kein Tausendtheil und kein Zehntausendtheil" — diese „kein" — „kein" ꝛc. sagen also schließlich weiter nichts als 1. Hier erscheint die Sache beinahe wie eine müßige Spielerei, sie ist es aber keinesweges, so wie es sich um die Vergleichung des Gewichtes irgend eines anderen Körpers mit dem Wasser handelt; man sagt z. B. wenn das Gewicht des Wassers gleich 1,000 ist, so ist die der höchstconcentrirten (aber doch wasserhaltigen) Salpetersäure gleich 1,522. — Nun bekommen die Nullen hinter der ersten 1 Sinn, sie sagen Wasser wiegt nichts weiter als 1; Salpetersäure aber 1 und 5 Zehntheile, 2 Hunderttheile und 2 Tausendtheile.

Hiermit weiß man allerdings noch nicht, wieviel ein Quart oder eine

anne oder ein Oxhoft Wasser wiegt, allein davon ist in dem Augenblick och nicht die Rede, was hier vorliegt, ist das **specifische** Gewicht und da iegt man den Raum ab, den ein Körper erfüllt und vergleicht ihn mit m Wasser in **demselben** Raum und zwar ganz einfach, indem man ein tück Eisen oder Feuerstein (oder was es sonst sei) genau abwiegt und m zusieht, wie viel ein genau eben so großes Stück Wasser wiegt. Dann mmt man dieses letztere Gewicht (z. B. 3 Loth) als Einheit und sagt: sen wiegt 23 Loth, also wiegt Eisen sieben und ein Drittel mal so viel als asser, oder man findet, der Feuerstein wiegt 7½ Loth, indessen ein genau en so großes Stück Wasser 3 Loth wiegt; so wird man sagen, der Feuer-in ist 2½ mal so schwer als Wasser. Die erste Zahl drückt man nach r vorhin angeführten Schreibart, mit Eisen 7,6 oder 7,66 oder 7,666 s. Ein Drittel und zwei Drittel sind Zahlen, die sich nicht genau auf m Wege der Decimalrechnung geben lassen. Ein Drittel ist gleich 0,33333, an könnte 500 Zahlen so hintereinander setzen und sagen: man habe das ecifische Gewicht nicht bis auf 3 oder 4, sondern bis auf 500 Decimal-ellen*) angegeben — es würde jeder denkbare Grad von Genauigkeit über-tten sein, aber **ganz** genau wäre es doch nicht. Andere Zahlen sind nicht) widerharrig; die oben für den Kiesel angegebene, 2½, läßt sich sehr kurz d sehr genau ausdrücken und zwar mit **einer** Decimalstelle vollkommen nau. 2,5 das heißt 2 und fünf Zehntel; will man um der anderen Zahlen llen drei Decimalstellen setzen — weil allerdings beim Eisen 7,6 sieben d sechs Zehntel nicht so genau ist als 7,66, d. h. sieben und sechsund-chszig Hundertstheil — so setzt man für 2,5 etwa 2,50 oder 2,500; allein r Jeder sieht auf den ersten Blick, daß hiermit in **diesem** speciellen Falle chts gewonnen ist, denn 5/10 oder 50/100 oder 500/1000 sagen genau dasselbe, **anz** genau ohne die Spur eines Unterschiedes.

Wir wissen nun wohl, was die Decimalzahlen und Stellen sagen, aber ir wissen noch nicht, wie wir es machen sollen, ein Stück Wasser zu be-mmen, welches genau so groß ist wie jenes Stück Kiesel oder jenes Stück sen. Das einzige Mittel scheint zu sein, Alles, was man gegen Wasser wiegen will, auf ein bestimmtes Maaß zurück zu führen, z. B. auf einen oll — Kubikzoll, ein Würfel von der Höhe eines Zolles (gleiche Breite d Länge versteht sich eigentlich von selbst, denn wären diese größer oder ringer als die Höhe, so wäre das genannte Ding kein Kubikzoll).

Aber hier treten viele Uebelstände ein. Manche Dinge werden gar cht so groß wie ein Kubikzoll oder sie sind dann unerreichbar theuer; das stere wäre schon mit der echten Perle der Fall, welche bei der Größe

*) So heißen die Zahlen hinter dem Komma.

einer kleinen sauren Kirsche schon 40000 Thaler kostet und zu einem Zoll, zur Wallnußgröße niemals anwächst; das andere wäre mit dem Edelstein der Fall. Wer ferner, wenn er einen Diamant von der nöthigen Größe (gewöhnlich annähernd kugelförmig) hätte, möchte ihn hergeben, um ihn so weit verkleinern zu lassen, daß daraus ein Kubikzoll gemacht würde. — Ferner ist es überall sehr schwierig und ein wahres Meisterstück für einen Mechanikus, einen vollkommenen Kubus zu machen, wie nun erst von den vielen tausend Körpern, die es giebt, für die vielen Hunderte von Chemikern, die es giebt, für jeden eine solche Suite von Kubikzollen zu machen. Das Unternehmen würde für die meisten regierenden Häupter des Geldpunktes wegen unausführbar sein, wie nun erst für den Chemiker, dessen Civilliste nicht so hoch steigt. Nun kommt noch dazu, daß die Zolle sehr verschieden, so wie die Gewichte, daß es allein in Deutschland einige dreißig verschiedene Maaße giebt.

Was macht man nun noch mit dem Wasser oder den Flüssigkeiten überhaupt — dafür müßten hohle Würfel gefertigt werden, was noch viel schwieriger ist als die andere Aufgabe.

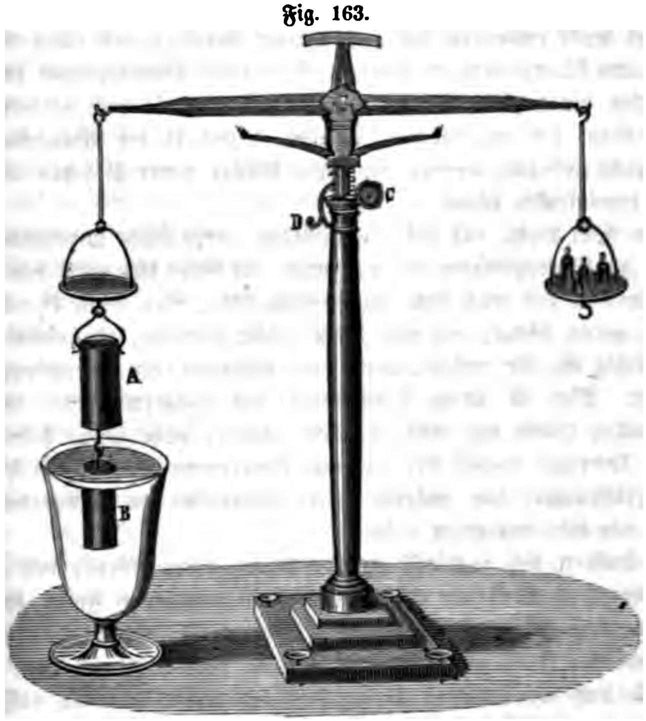
Wie helfen wir uns da! Der Gedanke der Auflösung dieses Räthsels ist bereits von Archimedes gefaßt und wie die Fabel sagt, an der Krone des Hiero ausgeführt. Dieser gab einem Künstler ein gewisses Gewicht an Gold, mit dem Auftrage, ihm daraus eine Krone (einen Goldreif, ein Diadem, die königliche Stirnbinde; dies ist der Ursprung unserer jetzt so mannigfaltig gebildeten Kronen) zu machen. Bei der Ablieferung entstand in dem Könige der Zweifel, ob das in der Krone ihm zurückgegebene Gewicht auch durchweg Gold sei und er gab dem berühmten Mathematiker Archimedes die Krone mit dem Auftrage dies zu erforschen, jedoch ohne die Krone zu zerstören.

Man erzählt sich, daß Archimedes durch diese Aufgabe so beschäftigt worden sei, daß er an nichts anderes habe denken können und die Krone immer mit sich herum getragen habe, eines Tages sei er auch mit ihr in das Bad gestiegen und als er die Krone in der Hand haltend, Hand und Krone unter Wasser getaucht, sei sie ihm leichter vorgekommen — da sei ihm plötzlich ein Licht aufgegangen und er habe sein berühmtes „heureka“ — ich hab's gefunden! ausgerufen, sei aus dem Bade gesprungen und mit der Krone zwar, doch ohne irgend ein Gewand, nach Hause gelaufen, um seine Rechnungen anzustellen.

Diese ergaben ihm nun, wenn die Krone durch und durch von Gold, müsse sie ein Zwanzigstel ihres Gewichts verlieren, wenn sie ganz von Silber, müsse sie ein Zehntel verlieren und wenn sie zwischen diesen beiden

ten irgendwo inne stehe, so sei nach diesem Verhältniß die Zusam-
ung aus Gold und Silber gemacht.
orausgesetzt, daß die Zusammensetzung eine mechanische, nicht eine
ng gewesen, so hat Archimedes vollkommen Recht und seine Lösung
age ist diejenige, welche noch bis auf diese Stunde benutzt wird,
man das specifische Gewicht eines Körpers ermitteln will, man wiegt
der Luft, wiegt ihn darauf genau im Wasser und nach dem Antheil
von seinem Gewicht verloren, ein Siebentel, ein Zehntel, ein Zwan-
sagt man: er ist sieben, zehn, zwanzig mal schwerer als Wasser.
i ist natürlich von einem Zuschneiden, Formen, Abfeilen keine Rede,
immt das Stück Blei wie es ist und hängt es an die Waage —
es wöge eilf Loth, im Wasser aber nur zehn, so würde man voll-
n Recht haben zu sagen, es sei eilfmal schwerer als Wasser oder
ecifisches Gewicht sei 11,0, dies heißt wie bereits gesagt „eilf und
weiter."

Fig. 163.



as Experiment, mit welchem man die Richtigkeit dieser Angabe be-
ist folgendes: Das ganze, unter Fig. 163 dargestellte Instrument

heißt eine hydrostatische Waage — sie unterscheidet sich von jeder anderen guten Waage nur dadurch, daß sie in der Mitte unter jeder Waageschaale ein Häkchen hat, woran die zu wiegenden Substanzen aufgehängt werden und dadurch, daß der Ständer hohl ist und ein Getriebe CD enthält, vermöge dessen man den Waagebalken mit den Schaalen um zehn bis zwölf Zoll heben und senken kann. Der Querbalken dient um zu verhindern, daß die Waageschaalen gar zu große Schwankungen machen; und wenn man sie nicht mehr braucht, die Waage aus ihrer Ruhe auf der Schneide der Axe zu heben, damit diese dadurch geschont werde.

C ist ein Triebrad, welches die Triebstange bewegt. Auf der anderen Seite ist diese Triebstange sägeartig eingeschnitten und bei D ist eine Feder am Ständer angebracht, welche in diese Zahnschnitte eingreift und verhindert, daß die einmal hinaufgeschobene Waage von selbst wieder hinunter sinke; alles dieses ist bei einer guten hydrostatischen Waage nöthig und wesentlich, allein damit soll nicht gesagt werden, es sei unentbehrlich, im Gegentheil wollen wir unsere Leser darauf aufmerksam machen, daß sie dessen sehr wohl entbehren und sehr genaue Resultate mit einer viel weniger kostbaren Waage erzielen können. Der ganze Mechanismus zum Heben und Senken dient z. B. lediglich um die Waage so hoch zu stellen, daß man, nachdem bei angehängten Theilen A und B der Waagebalken ins Gleichgewicht gebracht worden, ein Glas Wasser unter B setzen und dieses B dann hineinsenken könne.

Man sieht wohl, daß bei einer Waage, deren Höhe unveränderlich ist, dieses so zu bewerkstelligen sei, daß man das Glas leer unter den Cylinder B stelle und es erst nach dem Ausgleichen fülle, oder wenn B von Hause aus hoch genug hängt, um das Glas gefüllt darunter zu bringen, nichts weiter nöthig ist, als dieses auf ein paar Klötzchen oder untergelegte Bücher zu stellen. Wer zu jedem Experiment das vorgeschriebene Instrument kaufen wollte, würde mit 6000 Thalern jährlich nicht genug haben.

Im Uebrigen wollen wir jetzt das Experiment machen mit dem zugehörigen Instrument und unseren Lesern überlassen es nachzuahmen ohne dasselbe, wie wir angegeben haben.

Es handelt sich vorläufig noch nicht um einen Körper von jeder beliebigen Form, sondern um einen solchen von bestimmter Form, wir wollen sagen um einen Cylinder zu wiegen. Derselbe B, von Metall, hängt an einem anderen; A ist gleichfalls von Metall, doch hohl und zwar genau so weit hohl, daß der Cylinder B die Höhlung gerade ausfüllt, daß er recht sauber hineinpaßt. Der hohle Cylinder hängt an dem Häkchen der Waageschaale. Man bringt beides durch aufgesetzte Gewichte ins Gleiche, rückt

nunmehr das Wassergefäß unter und senkt die Waage so weit nieder, daß der massive Cylinder ganz im Wasser steht.

Dadurch kommt die Waage aus dem Gleichgewicht und erreicht dieses erst wieder, wenn man in den Cylinder A (welcher hohl ist) Wasser füllt. Sobald das Gleichgewicht vollkommen wieder hergestellt ist, wird man bemerken, daß der Cylinder genau eben angefüllt ist.

Der Sinn dieses Experimentes ist, daß ein Körper, von dem Wasser getragen, genau um so viel leichter gemacht wird, als dasjenige Wasser wiegt, welches den Raum ausfüllen würde, den der Körper einnimmt und der Satz ist eben durch dieses Experiment bewiesen. Man kann sich auch noch auf andere Weise, nicht allein durch das Gewicht, sondern durch das Maaß von der Richtigkeit überführen. Man merkt sich mittelst eines feinen Striches den Stand des Wassers in dem Gefäße, bevor der Cylinder hinein gesenkt wurde und man merkt sich ebenso den Standpunkt des Wassers, nachdem die Cylinder eingesenkt worden.

Jetzt hebt man den Cylinder wieder heraus und füllt dasjenige Wasser hinein, was in dem Cylinder A enthalten war, um das Gleichgewicht wieder herzustellen, so wird man finden, daß dadurch der Stand der Flüssigkeit genau so hoch erhoben wird, als es durch Einsinken des Cylinders in das Wasser geschehen ist.

Auf dieser Eigenschaft beruht das Schwimmen aller Körper. Wiegt das Wasser, welches er, ganz eingetaucht, aus der Stelle verdrängt, mehr als er, der Körper, so schwimmt er und zwar bleibt er um so viel außerhalb des Wassers als das Gewicht beträgt, um welches das Wasser schwerer ist. Der Mensch ist um ein ganz Geringes leichter als Wasser, darum geht er nicht unter, wenn er sich ganz gerade ausstreckt — auf dem Rücken liegend bleibt das Gesicht mit dem Munde und den Augen frei, in senkrechter Lage sinkt er allerdings so tief ein, daß der Mund nicht frei ist, allein das obere Viertheil des Kopfes, ungefähr so viel davon als der Hut gewöhnlich bedeckt, bleibt über Wasser.

Wir haben jetzt das Prinzip des Abwägens im Wasser festgestellt und bedürfen des hohlen und des massiven Cylinders nicht mehr um irgend einen Körper zu untersuchen auf sein specifisches Gewicht, wir wissen, er verliert an Gewicht so viel als das Wasser wiegt, welches vorher seine Stelle erfüllte; es ist jetzt so viel mehr Wasser in dem Gefäß, der Körper wird um so viel als dieses von ihm verdrängte Wasser, an Gewicht hat, getragen. Sehen wir in Fig. 164 den einen Arm und die eine Schaale einer hydrostatischen Waage, so bemerken wir, daß der Körper, welcher in dem Wasser hängt, ganz unregelmäßig gestaltet ist, wir sehen auch über ihm keinen Hohlkörper seiner Form, in welchen Wasser gegossen werden

könnte. Da wir das Princip des Wägens einmal kennen, ist unnöthig, daß ein solcher Hohlkörper geformt werde; der einsinkende Körper bildet ihn ja viel genauer als der ausgezeichneteste Künstler könnte und das Gefäß, worin der Körper eingesenkt wird, ist eben dadurch um so viel Wasser voller geworden, als der Körper an Raumesinhalt hat.

Fig. 164.



Die Untersuchung wird nun vorgenommen wie folgt: An dem Häkchen der Waageschaale hängend, tarirt man den Körper mit Gewichten, welche etwas ausdrücken, mit Loth und Gran, nicht etwa mit Schrotkörnern auf das Genaueste, doch ohne daß auf der Schaale, an welcher der Körper hängt, ein Gewicht steht (wie hier die Figur zeigt). Als Aufhängsel nimmt man am liebsten Pferdehaare, weil diese mit dem Wasser beinahe ganz gleich von specifischem Gewichte sind. Nachdem die Tarirung geschehen, bringt man das Wassergefäß unter den zu wiegenden Körper und setzt jetzt erst auf die Schaale, an welcher er hängt, die Gewichte, welche die Fig. 164 zeigt. Wenn wieder alles im vollkommensten Gleichgewicht ist, so zählt man diese Gewichte und hat in ihnen das Gewicht des Wassers, welches der Körper verdrängt, man hat das Gewicht eines Stückes Wasser genau von der Größe und Form des eingetauchten Körpers.

Dieses ist die Einheit, ganz gleich wie viel sie beträgt. Man vergleicht damit die Gewichte auf der anderen Schaale, welche das angeben, was der fragliche Körper außerhalb des Wassers wog und fragt, wie viel mal die Einheit in dem Gewichte enthalten ist, dann hat man in dem Quotienten das specifische Gewicht des untersuchten Körpers.

Gesetzt, man habe ein Stück Nickelmetall gewogen und gefunden, daß es etwas über ein halbes Pfund, genauer, daß es $16^{56}/_{100}$ Loth wiege; man habe nun, um das Untertauchen des Nickelmetalles zu bewirken, auf die damit belastete Waageschaale genau zwei Loth setzen müssen, so wüßte man zuvörderst, daß zwei Loth dasjenige Gewicht sind, welches ein Stück Wasser hat, gerade so groß wie das Nickelmetall. Nun müßte man, um das Gewichtsverhältniß von Nickel und Wasser zu finden, mit dem Gewicht des Letzteren in das Gewicht des Ersteren dividiren und den Quotienten aufsuchen $2 \mid 16 + {}^{56}/_{100} \mid 8^{28}/_{100}$, oder in Form eines Decimalbruches, wie man diese Zahlen immer schreibt, 8,280. Dies ist genau das Verhältniß zwischen Nickel und Wasser; aber dieser Quotient kommt nicht etwa heraus, wenn Nickel genau 16 und ein halbes Loth wiegt, sondern unter allen Umständen

und mit was für Gewichten man operiren möge. Das Stück Nickel wiegt 124,20 Gramme des französischen Decimalgewichtes. Man macht das Experiment mit dem Abwägen im Wasser und findet, daß auf die Schaale 15 Gramme gesetzt werden müssen, diese geben das Gewicht des Wassers an, mit diesem als der Einheit dividirt man die erste Zahl 15 | 124,20 | 8,28

120
4,2
3,0
1,20.

Wir sehen wieder genau dieselbe Zahl. Wir können den Versuch mit einem ganz kleinen Stückchen Nickel wiederholen, welches im Ganzen nur 41,4 Gran Medicinalgewicht wiegt. Beim Abwägen im Wasser verliert es 5 Gran, dies ist das Gewicht eines eben so großen Stückes Wasser, mit dieser 5 macht man das Exempel 5 | 41,4 | 8,28, so erhält man als Quotient

1,4
40

immer wieder die 8 nebst 28 Hunderttheilen. Ich darf wohl nicht erst sagen, daß die letzte Null in dem kleinen Exempel der Rechnung mit Decimalbrüchen angehört und daß man deren, wenn es nöthig wäre, zehn anhängen könnte, ohne die Rechnung im Geringsten zu verändern.

Es ist hier mit einer größeren Genauigkeit, als vielleicht nöthig scheint, eingegangen auf das Errechnen dieser Resultate; allein an sich sind sie höchst wichtig, denn es basirt die Erkennung der Körper darauf, welche man aus ihrem specifischen Gewicht allein namhaft machen kann, ferner aber sollte bewiesen werden, daß, mit welchen Gewichten man auch die Versuche mache, immer dasselbe herauskommt, daß mit französischem Gramme genau dasselbe erzielt werde, wie mit deutschem Loth und Gran — es würde mit italienischen und spanischen Gewichten eben so sein, man würde überall denselben Quotienten bekommen, welcher das Gewichtsverhältniß zwischen dem Wasser und dem festen Körper ausdrückt.

Wie bedeutend in den Vordergrund tretend die Kenntniß des specifischen Gewichtes sei, möge ein Beispiel lehren: Der Zircon von Ceylon ist so klar und durchsichtig und beinahe so hart als der Diamant; da er auch eine lichtbrechende Kraft hat, welche der des Diamanten sehr nahe kommt, so wird damit oft ein großer Betrug getrieben, indem man statt großer Diamanten Zircon in den Schmuck einsetzt. Es ist ein sehr edler Stein und wenn er schön ist und groß wie eine mäßige Haselnuß, so ist er unter Brüdern tausend Thaler werth — allein ein Diamant von dieser Größe ist 40,000 bis 100,000 Thaler werth; der Unredliche wird durch einen kleineren Vortheil zum Betruge bewogen.

Chemisch läßt sich wohl erkennen, was ein Zircon und was ein Diamant ist, durch den bloßen Anblick aber nicht. Die Chemie lehrt aber nicht, was das für ein Körper ist, sondern was es für ein Körper war und hiermit, d. h. mit dem Zerstören des Gegenstandes, kann auch Niemandem gedient sein; wenn ein Juvelier wissen will, ob der ihm von einem holländischen Edelsteinhändler angebotene geschliffene Stein ein Diamant oder ein Zircon ist, so will er ihn nicht zerstört haben. Ist er echt, so will er ihn kaufen, ist er es nicht, so will er ihn zurück geben. Nun, da wendet sich der Chemiker an die Waage und er sagt: der Diamant wiegt 3,531mal so viel als Wasser, der mir dargebotene Stein wiegt aber 4,416, das ist ein ungeheurer Unterschied, das kann ein Diamant sein. Orientalischer Topas ist es auch nicht, denn der wiegt genau 4,000 und der Stein, welcher ihm am nächsten kommt, der Baryt mit 4,430 ist nicht durchsichtig und ist so weich, daß er sich nicht zum Schmuckstein eignet.

Wenn vor allen Dingen der gewogene Stein nicht ein Diamant ist, so haben wir eigentlich schon genug; die Frage, ob er es sei, ist beantwortet: Nein, er ist nicht Diamant. Allein das Gewicht sagt uns auch noch, was für ein Stein es ist, denn so gut man das specifische Gewicht des Diamanten kennt, so kennt man auch das des Zircons und könnte ein Juvelier mit solch einem Stein, der für einen Zircon ausgegeben wird, möglicherweise aber Flintglas oder Bergkrystall sein könnte (wiewohl dieser bei weitem weniger lebhafte Farben giebt als der Zircon, indessen das schwere Bleiglas dem Zircon und dem Diamante hierin völlig gleichkommt) betrogen werden — so wiegt der Chemiker den Stein und wenn er ihn nicht 4,416 findet, sondern 3,330 oder 2,653, so sagt er fürs Erste: der Stein ist kein Zircon, fürs Zweite giebt er ihm auch nach dem Gewicht noch den richtigen Namen, bei 3,330 ist es Flintglas, bei 2,653 ist es Bergkrystall.

Wir sehen, in welcher Weise das Gewicht des Wassers uns hier von einer nicht geringen Wichtigkeit ist, indem es uns zum Vergleichspunkt für die Bestimmung der Eigenschwere der Körper dient, aber wir wissen nun immer noch nicht wie schwer denn das Wasser eigentlich ist — 850mal schwerer als die atmosphärische Luft, das ist wieder eine Zahl, welche uns zu nichts Bestimmtem, Positivem führt, sondern wieder auf einen Vergleich zurückweist.

Die verschiedenen Nationen sind stillschweigend übereingekommen irgend eines ihrer Maaße, den Zoll, den hundertsten Theil des Meters, des Arschin in Rußland, der Palme in Italien — kubisch geformt, mit Wasser bei seiner größten Dichtigkeit zu füllen und dieses als Gewichtseinheit anzunehmen und danach alles Andere zu bestimmen.

Wie übel es um Maaß und Gewicht bei uns stehe, geht daraus hervor, daß die Länge eines Fußes wechselt von 19 Zoll bis zu 9½ Zoll, von ⅓ Meter bis zu ¼ Meter und daß ein Kubikfuß Wasser wiegt zwischen dem Feldfuß in Nassau zum Kubus gemacht mit 265 Pfund und dem Großherzoglichen Hessischen Kubikfuß mit 31⅕ Pfund. Im Churfürstenthum Hessen hat der Kubikfuß Wasser 50 Pfund. In Sachsen-Gotha wiegt der Kubikfuß 48 Pfund und in Sachsen-Coburg 55 Pfund. Preußen hat sein Kubikfuß Wasser als Einheit ohne Decimalen auf 66 Pfund gesetzt.

Ganz Frankreich ist so groß als ganz Deutschland — in ganz Frankreich ist dasselbe Maaß und Gewicht — in den Ländern der deutschen Zunge nicht; ganz Frankreich weiß, wovon es sein Maaß ableitet — ein Meter ist ein Theil des Erdumfanges und zwar desjenigen, der durch Paris geht. Die Linie, welche man vom Nordpol bis zum Aequator ziehen kann, in zehn Millionen gleiche Theile getheilt, giebt das gesetzliche Maaß wonach Alles berechnet wird — in Deutschland weiß kein Mensch, wovon er seinen Fuß oder seinen Klafter ableiten soll — Keiner wie er sie eintheilen soll. Hier ist die Ruthe von zwei Klafter die Einheit, der Geometer theilt sie in zehn Theile ein und nennt dieses Zehntel ein Decimalfuß, den Fuß theilt er in zehn Zolle und nennt sie Decimalzolle.

Der Handwerker theilt die Ruthe in zwölf Theile und nennt diese schlechtweg Fuße und Zwölftel davon nennt er Zolle. Der Gelehrte theilt diese Zolle in zwölf Linien, der Soldat in vier Strich, der Handwerker in acht Achtelzolle.

Der Würtemberger hat wieder ein anderes System; bei ihm ist der Fuß die Einheit, und er lacht den Frager aus, der wissen will wie groß ein Dicimalfuß ist — gleichgroß mit dem anderen. In Preußen ist alles Decimalmaaß größer als das andere, in Würtemberg nicht etwa umgekehrt oder ebenso, sondern das Decimalmaaß ist bald größer bald kleiner und zwar wunderlicher Weise sind die kleiner werdenden Decimalmaaße größer als die Duodecimalmaaße, die größer werdenden sind dagegen kleiner als die Duodecimalmaaße, so ist ein Decimalzoll größer, dagegen eine Decimalruthe kleiner als Duodecimalzoll oder Ruthe.

All solche Inconsequenzen könnten leicht beseitigt werden, allein Niemand will von seinem alt hergebrachten Maaße lassen, so wenig wie von seiner Münze; die Leute rechnen in Preußen ja noch jetzt nach einer Münze, die seit 30 Jahren nicht mehr existirt, nach guten Groschen, und in Würtemberg nach einer, welche seit 80 Jahren nicht mehr geschlagen wird und seit 60 Jahren nicht mehr existirt, nach Batzen. In Baiern mißt man seinen Weg nach einer Meile von 39,425 Fuß, oder nach einer Meile von

24,212 Fuß, oder nach einer Meile von 22,826 Fuß Pariser Maaß, wieviel Bairische Fuß solche oder solche Meile hat, weiß man nicht einmal.

Dies sind große Uebelstände und sie sind für den Gelehrten ganz besonders fühlbar, weil er gern die Arbeiten seiner Genossen brauchen möchte und dann immer mit Reductionen zu thun hat, die mitunter schwierig genug sind; allein es ist nun einmal so und wir wissen doch wenigstens, daß ein preußischer Kubikfuß destillirten Wassers genau auf 66 Pfund festgesetzt ist — nicht, daß er etwa so viel Danziger oder Brandenburger oder Breslauer Pfunde wöge — sondern das Landesgesetz sagt: ein Kubikfuß Wasser soll in 66 gleiche Theile zerfallen, einen solchen Theil soll man Pfund nennen und dieses Gewicht soll durch das ganze Land gehen. Von diesem Pfunde werden 32 Lothe gemacht und jedes Loth wiegt 240 Gran Apotheker-Gewicht — es ist Etwas, wenigstens sind 18 Millionen Menschen unter einen Hut gebracht, dies kann man im übrigen Deutschland noch nirgends sagen.

Hat man nun eine solche Norm, so kann man in dem Lande, wo sie gilt, eines jeden Minerals oder sonstigen Körpers Gewicht in Pfunden ausdrücken, sobald man sein specifisches Gewicht kennt. So wiegt z. B. ein Kubikfuß Gußeisen 465,2 (465 und 2/10) Pfund, denn es wiegt 7,2mal so viel als Wasser und 66 mit 7,2 multiplicirt giebt obige Summe.

Da das Wasser nicht allein als Gewichtseinheit für feste Körper, sondern auch als solche für flüssige Körper angewendet wird, so muß man auch für die Bestimmung der Vergleichungsgewichte von Flüssigkeiten seine Methode haben. Die gewöhnlichste (wenn schon keinesweges die sicherste, so doch die bequemste und die einfachste) ist die der Aräometer, deren es leider eben so viele als der Fuße und Pfunde giebt. Häufig macht man sie wie Fig. 165 und 166 zeigt; die Form ist ziemlich gleichgültig, es handelt sich um einen hohlen Körper von Glas, damit er von keiner Flüssigkeit angegriffen werde (Glas widersteht, außer der Flußspathsäure, allen anderen), welcher durch ein Gewicht, gewöhnlich Quecksilber, beschwert, im reinen, im destillirten Wasser bis zu einem gewissen Stande eintauche — in leichteren Flüssigkeiten tiefer, in schwereren weniger tief. Da es Flüssigkeiten giebt, welche doppelt so schwer sind als Wasser und andere, welche halb so schwer sind, so ist diese Bedingung schwer zu erfüllen und man macht statt einer solchen Spindel dann gewöhnlich zwei, davon eine ausschließlich für leichtere, die andere ausschließlich für schwerere Flüssigkeiten bestimmt ist.

Man sieht bei beiden Figuren oberhalb des eigentlichen Schwimmkörpers eine dünnere Röhre, innerhalb welcher eine Theilung auf Papier gezeichnet ist, bei der einen fangen die Zahlen mit 0 oben an, bei der

anderen beginnt man unten zu zählen; bei der ersten Figur ist a der Nullpunkt und dieser ist für Flüssigkeiten bestimmt, welche schwerer sind als Wasser; im reinen Wasser von einer Temperatur von 4° C. sinkt die Spindel bis zum Nullpunkte ein und in jeder schwereren Flüssigkeit, in Bier, Milch, Salzwasser, Sirup, in Säuren, in Lösungen von Alkalien, steht die Spindel höher. Die Zahl giebt gewöhnlich die Procente an, sehr häufig auch nicht, sondern der Erfinder hat die Zahlen ganz beliebig festgesetzt.

Fig. 165.

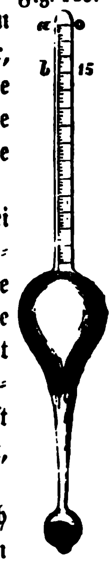
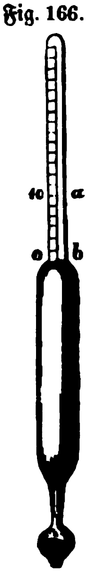


Fig. 166.



Bei der zweiten Figur ist der Nullpunkt unten bei b und die Zahlen zählen von da aufwärts. Diese Spindel sinkt zwar wieder bis an den Nullpunkt ein, wenn sie in destillirtes Wasser getaucht wird; allein wenn jene erste ganz untersank, so schwebt diese in derselben Flüssigkeit zur Hälfte oben; für jene war Wasser die leichteste Flüssigkeit, für diese ist Wasser die schwerste und deshalb ist diese für Weingeist, Aether, für geistreiche Weine bestimmt, in denen sie dann tiefer stehen wird als im Wasser.

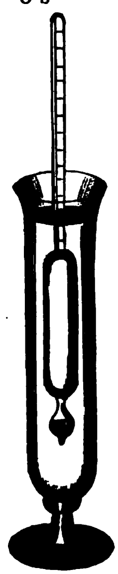
Die Skalen unterscheiden sich noch wesentlich, je nach der Angabe des Maaßes oder des Gewichtes. Wenn man z. B. absoluten Alkohol, ganz wasserfreien Weingeist als solchen von 100 Procent bezeichnet, so ist es gleichgültig, ob diese das Maaß oder das Gewicht ausdrücken, sobald aber eine Mischung von 99 pCt. Alkohol und 1 pCt. Wasser gemacht wird, so ist es nicht mehr gleichgültig, ob hier das Gewicht oder das Volumen bestimmt, denn diese Größen gehen ganz auseinander, gleiche Volumina bringen zu der Mischung viel mehr Wasser als gleiche Gewichte.

Um die Sache recht auffallend zu machen, wollen wir sagen: absoluter Alkohol wiege genau halb so viel als Wasser. Bringt man nun ein Pfund Wasser und ein Pfund Weingeist zusammen, so hat man von Wasser ein Volumen, von Weingeist zwei; bringt man dagegen ein Maaß Wasser und ein Maaß Weingeist zusammen, so hat man 1 zu 1; dagegen sind die Gewichte verkehrt, man hat zwei Pfund Wasser auf ein Pfund Weingeist.

Dieses Verhältniß hat in Preußen zwei Skalen, die nach Richter und die nach Tralles hervorgerufen, von denen die erstere die Gewichtsprocente, die andere von Tralles die Volumenprocente giebt; gewöhnlich sind beide Skalen auf demselben Streifen Papier und in derselben Röhre eingeschlossen; allein da der Spiritus nur nach einem Maaße — Ohm, Anker, Quart und nicht nach dem Gewicht verkauft wird (außer vom Schnapstrinker in der Schenke, der gewohnt ist sein halbes [illegible]

fordern, statt dessen aber ein Viertelquart erhält), so bedient man sich fast ausschließlich der Tralles'schen Skala.

Fig. 167.



Gebraucht oder angewendet werden beide Instrumente auf dieselbe Weise, man füllt einen Cylinder von Glas mit derjenigen Flüssigkeit, welche man untersuchen will und senkt alsdann das entsprechende Aräometer hinein (so heißen nämlich diese Spindeln durch die Bank) und sieht bei welcher Zahl die Oberfläche der Flüssigkeit steht.

Es giebt eine viel bessere Art von Aräometern, und zwar ist es die ursprüngliche von Fahrenheit in Danzig erfundene; sie giebt die specifische Schwere der Flüssigkeit in Gewichten und höchst genau an, allein sie fordert ein sorgfältig ausgeführtes Experiment, indessen die gewöhnlichen Bier-, Branntwein-, Milch- oder Zuckerwaagen nur einer Beobachtung bedürfen und deshalb viel leichter zu handhaben sind.

Dieses Fahrenheit'sche Aräometer hat die Form eines der beiden soeben beschriebenen, nur ist der Hals viel kürzer, hat keine Skala eingeschlossen und trägt auf seinem Gipfel ein kleines Schälchen.

Da der ganze Apparat von dünnem Glase ist und die Empfindlichkeit desselben von der Feinheit des Stängelchens abhängt, welches das Schälchen trägt, so ist dasselbe sehr zerbrechlich und es fordert eine geschickte Hand um benutzt zu werden. Erman und Hermbstädt, die gelehrtesten Physiker und Chemiker der ersten Hälfte des laufenden Jahrhunderts, zeigten diesen Apparat nur wie ein Schaugericht und wagten kaum denselben aus der schützenden Hülle des Futterals zu nehmen; ein Mitscherlich und ein Dove wissen besser damit umzugehen.

Fig. 168.



Die Fig. 168. zeigt dies Instrument wie es in einer Flüssigkeit schwimmt. Es hat in der kleinen Thermometerkugel ein constantes Gewicht und sinkt in Wasser mit einer Belastung von z. B. 50 Gran bis zu dem Standpunkt ein, den man als denjenigen betrachtet, von welchem man zu zählen beginnt. Bedarf es einer geringeren Belastung, so ist die Flüssigkeit leichter als Wasser, braucht man mehr als 50 Gran, so ist die Flüssigkeit, in die es gesenkt worden, schwerer. Auf das Schälchen müssen unter allen Umständen Gewichte gelegt werden, in welche Flüssigkeit man es auch senken möge, denn es ist so eingerichtet, daß es selbst im Aether schwimmt; es kommt bei dem Versuch nicht darauf an zu erforschen, wie tief es einsinkt in irgend eine Flüssigkeit, sondern darauf, zu ermitteln,

die viel Gewichte nöthig sind, damit es bis zu einer ganz bestimmten Stelle eines dünnen Halses einsinke.

Da es unmöglich ist, diese Instrumente so gleichmäßig einzurichten, daß ie alle mit einer Belastung gerade von 50 Gran (oder irgend einer, aber tets derselben) bis an die Marke einsinke, so wird jedes dieser Instrumente on dem Verfertiger ausprobirt und auf dem Kästchen, in welchem das Aräometer liegt (und in dessen einer Abtheilung auch die Gewichtchen beindlich), findet sich die Zahl der Gramme, welche nöthig sind um dasselbe is zu der rechten Stelle zu bringen. Das kann statt 50 wohl 600 oder 277 sein, dies ist ganz gleichviel, wenn man nur weiß wieviel es sind. Zugleich ist auf eben diesem Kästchen das Gewicht des Instrumentes selbst auf das genaueste angegeben und die Experimente damit reduciren sich auf die allereinfachsten Additionen zweier Zahlen.

Das Instrument wiegt 695 Gran, um dasselbe in destillirtes Wasser bis an die Marke einzusenken, bedarf man 305. Das Gewicht eines Volumens Wasser von der Größe des eingesenkten Körpers bis an die Marke beträgt also 1000 Gran.

Man senkt das Aräometer in Weingeist und findet, daß man nur 105 Gran braucht, um es so weit einzusenken, wie es stehen soll; das Gewicht eines solchen Volumen Weingeist ist mithin 695 + 105, d. h. 800; wir haben mithin einen Alkohol von 0,800 specifischem Gewicht, derselbe ist dem absoluten (wasserfreien) Weingeist fast gleich, denn dieser wiegt nur um ein kleines weniger, nämlich 0,792.

Tauchen wir dasselbe Instrument in Milch und finden wir, daß, um es bis zu der Marke zu senken, ein Gewicht von 320 Gran nöthig wird, so sagen wir diese Milch ist sehr schlecht, denn sie wiegt nur 695 + 320, d. h. 1,015; ein anderer Milchverkäufer giebt uns welche, bei der 338 Gran zugelegt werden müssen, um dem Instrument die richtige Stellung anzuweisen. Diese Milch wiegt 695 + 338 also 1,033, mit dieser kann man zufrieden sein, die erstere verfällt in Berlin der Polizei und wird als verfälscht ausgegossen.

Haben wir sehr concentrirte Schwefelsäure, so werden wir wohl mit einer Belastung von 1000 Gran nicht auskommen — wir versuchen es — iehe wir brauchen 1146 Gran — wie viel wiegt nun die Säure? 695 + 1146 = 1841, das ist Nordhäuser Schwefelsäure, die Englische wird nicht bis auf diesen Grad concentrirt.

Zur Ermittelung des specifischen Gewichtes hat man noch eine höchst einfache Methode, die des 1000 Granfläschchens; welche die Engländer „for practic man" nennen, was Dove übersetzt „für Leute, die nicht rechnen können".

Ein Fläschchen von beliebiger Schwere, welches eine Kleinigkeit mehr als 1000 Gran destillirtes Wasser faßt, wird an seiner Mündung so weit abgeschliffen, daß es mit einem passenden Glasstöpsel oder mit einer mattgeschliffenen Glastafel bedeckt, ganz genau 1000 Gran destillirten Wassers bei einer gewissen Temperatur (am besten immer die der größten Dichtigkeit) enthält. Auf dem Fläschchen steht das Gewicht desselben angegeben, wir wollen sagen es betrage 940 Gran. Nun füllet man dies Fläschchen mit irgend einer Flüssigkeit, trocknet es sorgfältig ab, verschließt es mit seinem Stöpsel genau und entfernt jeden Tropfen, der dabei herausquillt, durch sorgfältiges Abwischen und wiegt es nun. Es wiegt jetzt 2160 Gran, hiervon zieht man das Gewicht des Fläschchens (natürlich des Stöpsels mit, welcher in jenen 940 Gran inbegriffen ist) ab, so bleiben 1220 Gran, dieses statt 1000 ist das Gewicht der Flüssigkeit, sie ist also um mehr als zwei Zehntheile schwerer als Wasser, das Verhältniß drückt sich im Decimalbruch besser aus, Wasser wiegt 1 oder 1,000, die untersuchte Flüssigkeit auch 1 aber nicht mit Nullen hinter dem Komma, sondern 1,220. War diese Flüssigkeit etwa Salpetersäure, so war es die gewöhnliche in den Drogueriehandlungen verkäufliche.

Nehmen wir den Fall an, wir hätten eine Flüssigkeit, die viel leichter ist als Wasser und das gefüllte Fläschchen wöge 1660 Gran, so würden wir die 940 Gran für das Gewicht der Glasmasse abgezogen, 720 übrig behalten haben, war das gewogene Schwefeläther so, war dieselbe nicht vollkommen rein, denn solche wiegt nur $^{717}/_{1000}$ des Wassers, oder nach der gewöhnlichen kürzeren Art geschrieben 0,717.

Wir sehen dieses Tausendgranfläschchen ist ein höchst brauchbares Instrument und weniger zerbrechlich als das Fahrenheit'sche Aräometer, wir sehen aber auch wie wichtig es sei das Wasser von allen Seiten kennen zu lernen, da es mit seinen Eigenschaften in alle Verhältnisse der Chemie auf das Mannigfaltigste eingreift. Wir wollen darum diesem Abschnitte von dem Gewichte des Wassers noch beifügen, was die Einheit des Gewichts der französischen Gelehrten ist. Der zehnmillionste Theil eines Viertels des Erdumfanges, der von Pol zu Pol durch Paris geht, heißt Meter, der hundertste Theil davon heißt Centimeter, ein solcher kleiner Theil, einem Viertelzoll vergleichbar, zum Cubus erhoben und mit destillirtem Wasser bei 4° C. gefüllt, ist die Gewichtseinheit der Franzosen und heißt Gramme. Dasselbe wiegt nach unseren Granen 16,420 preußisches Medicinalgewicht oder 16,1 Gran Nürnberger Medicinalgewicht. Ein Preußisches Loth hat 14½ Gramme, welches richtig ist bis auf 2 Gran.

Das Wasser dient uns auch zur Regulirung unserer Wärmemesser, der Siedepunkt desselben und derjenige, bei welchem es aus dem festen Zu-

in den flüssigen übergeht, sind von großer Wichtigkeit; früher mag
ohl geglaubt haben, daß die Temperatur, bei welcher Wasser koche,
dieselbe sei, ja einzelne Fälle der Art mögen noch vorkommen, sie
er nur Beweise, daß die Leute nichts Rechtes gelernt haben, was
nicht eben selten ist. Der Verf. stritt in seinen Jugendjahren mit
Apotheker über diesen Punkt und führte ihm an, daß er selbst ohne
wisse, Wasser siede bei geringerer Temperatur unter der Luft-
— es hinge also der Siedepunkt vom Drucke der Luft ab, warum
m das Wasser unter stärkerem Drucke nicht bei höherer Temperatur
solle — derselbe erwiderte mir: mein alter Freund, Sie mögen, seit
s nicht gesehen, recht viel gelernt haben, aber so viel haben Sie
ch nicht gelernt, um einem alten Apotheker (er war seit zehn Jahren
Lehre und in der Gehülfenpraxis) weiß zu machen, Wasser könne
werden als 80 Grad!

amals hatte man aber bereits Hochdruckdampfmaschinen und die
s'schen Dampfgeschütze machten eben von sich sprechen. Jetzt spricht
r Tertianer klüger über diesen Gegenstand.

ie Temperatur des Siedepunktes hängt durchaus von dem Druck
t ab, schon eine mäßige Erhebung über die Meereshöhe giebt eine
e Veränderung und darum kann man schon auf einem Thurme
hmen, daß ein Unterschied vorhanden ist; allerdings dreht es sich
r um Hundertstheile eines Grades und auf der Erde selbst, in den
ten Ebenen findet ein viel größerer Unterschied statt. Der Baro-
nd wechselt nämlich um 2½ Zoll, ja es giebt extreme Fälle, wo
chsel 3 Zoll übersteigt, wo das Barometer bis auf 26 Zoll her-
nkt, bis über 29 emporsteigt. Dies giebt einen so außerordentlich
Unterschied in der Temperatur des Kochpunktes, daß die Köchin,
as Rindfleisch nicht weich werden will, berechtigt ist nach dem Ba-
stande zu sehen, damit der arme Ochse nicht noch im Kochtopfe ge-
ist, die Sünde eines anderen zu tragen — eine alte Kuh gescholten
den, indeß er nicht hinlänglich heißes Wasser bekommt. Mit dieser
hat man in hoch gelegenen Gegenden immer zu kämpfen, schon auf
hen Punkten der Schweiz muß man das Fleisch zwei Stunden länger
lassen als sonst üblich, auf den Hochebenen von Quito aber genießt
mmer entweder Fleisch, welches unzerbeißbar zähe ist, oder es muß
inischen Topfe gekocht werden, welchen auch unsere Hausfrauen be-
it Vortheil gebrauchen lernen, nicht weil derselbe hier unerläßlich
sondern weil das Fleisch in der Hälfte der Zeit weich wird, als
rliche Ersparniß an Zeit und an Brennmaterial erzielt wird.

m nun ein Thermometer zu haben, welches zu allen Zeiten mit

anderen Thermometern gleichen Schritt hält, ist man übereingekommen nicht jede beliebige Temperatur, bei welcher das Wasser kocht, sondern diejenige als den Siedepunkt oder Kochpunkt festzustelle, bei welchem die Verdampfung des Wassers durch die ganze Masse vor sich geht (das Wasser kocht), wenn der Luftdruck gerade ein solcher ist, daß ein gutes (nicht von einem Italienischen Hausirer gemachtes) Barometer dadurch auf 28 Zoll oder 760 Millimeter (0^m,760 oder 760^{mm}) gehoben wird. Es muß allerdings ein gutes, d. h. ein solches Barometer sein, wie es zum Zwecke meteorologischer Beobachtungen vom Mechanikus gefertigt wird, nicht ein solches mit einer papiernen Skala, worauf „Schön Wetter“, „Veränderlich“, „Regen oder Wind“ 2c. steht und dessen Höhe von dem hausirenden Verkäufer nach der Lage des Orts geregelt wird. Dieses ist ein völlig werthloses Gerümpel.

Wenn ein Luftdruck eingetreten ist, der diesen Barometerstand hervorruft, dann ist es Zeit seine Thermometerröhre mit dem Fundamentalabstande zu versehen und die Temperatur, die man jetzt von siedendem Wasser erhält — diese und sonst keine heißt Siedhitze, wird nach De Luc (oder fälschlich Reaumur) mit 80, nach Celsius mit 100, nach Fahrenheit mit 212, nach Romé de Lisle gar mit 0° bezeichnet.

Bei dieser Temperatur kocht im offenen Kessel das Wasser mit großer Lebhaftigkeit, aber außer der Rücksicht auf das Thermometer und dem Wunsch einen feststehenden Punkt für seine Skala zu haben, hat gerade diese Temperatur keinen besonderen Werth, sondern nur das Kochen des Wassers selbst und dieses geschieht bei niederem Barometerstande bei geringerer Temperatur, ja im luftleeren Raume siedet es schon bei der Wärme der Hand und wenn man eine den Wasserdampf recht schnell aufnehmende Substanz mit dem Wasser zugleich unter der luftleer werdenden Glocke einer rasch wirkenden Luftpumpe hat, so siedet das Wasser schon bei vier bis fünf Grad über Null. Ebenso siedet es bei stärkerem Druck später, d. h. bei höherer Temperatur.

Wenn das Wasser siedet, so geht es durch seine ganze Masse in Dampf auf, daher das Wallen, das lebhafte Wellenschlagen. So lange dem Wasser die erforderliche Temperatur zugeführt wird, bleibt es im Sieden, bis der letzte Tropfen verdampft ist, allein es verdampft auch ohne zu sieden und ohne Temperaturerhöhung; eine Tasse Wasser in ein schattiges Zimmer gestellt, wird man nach einigen Tagen leer finden; die Flüsse, so weit sie offen sind, rauchen im Winter; das ist der Dampf des acht Grad warmen Flusses, durch die zwei oder Null Grad warme Luft zu Nebel niedergeschlagen. Aber nicht allein das flüssige Wasser verdampft bei jeder Temperatur, sondern auch das feste. Es sind hierüber in den Nordpolargegenden sehr umfassende Versuche angestellt, Roß, Parry, Sabine u. A.

haben bei ihrem langen Winteraufenthalt daselbst Eisblöcke sehr genau gewogen und der freien, kalten Luft ausgesetzt und gefunden, daß die Verdunstung selbst noch bei 40° C. unter Null, also noch unter dem Gefrierpunkte des Quecksilbers statt findet. Natürlich ist diese Verdunstung eine äußerst langsame, sie wird schneller je höher die Temperatur steigt, sie erreicht die größte Höhe während des Siedens und sie geht in eine Explosion über bei Erhitzung des Wassers über den Siedepunkt.

Man kann dieses nämlich dadurch bewerkstelligen, daß man das Wasser in einen papinischen Topf einschließt, in welchem es dann auf 20 bis 30° mehr erwärmt werden kann als zum Sieden an freier Luft erforderlich und wo ein Sieden doch nicht eintritt, weil die Dämpfe, die sich bilden sollen, nicht entweichen können.

Wenn man das Wasser so erhitzt hat und man öffnet nunmehr den Topf plötzlich, so ist man jedenfalls des schrecklichsten Todes Beute, denn in dem Augenblick wo der Verschluß nachläßt, verwandelt sich die ganze Wassermasse, welche höhere Temperatur hatte als 100° C., in Dampf von dieser Temperatur, und Alles, was von diesen Dampfstrahlen getroffen wird, ist verbrüht und verbrannt. Auch den Damen, welche mit luftdichten Töpfen umgehen, ist sehr anzurathen beim Oeffnen derselben behutsam zu sein. Zwar werden sie selten die Hitze auf mehr als zwei oder drei Grad über den gewöhnlichen Siedepunkt treiben, aber wenn sie bei dieser Temperatur den Topf öffnen, so kocht der Inhalt heraus und ein sehr gefährliches Verbrühen ist dabei leicht möglich. Man muß, um ihn zu öffnen, solchen papinischen Topf vom Feuer nehmen und auf die entfernteste Stelle der eisernen Heerdplatte setzen, diese Umstellung entzieht dem Topfe sogleich eine Menge seiner Wärme und in einer halben Minute ist derselbe so weit abgekühlt, daß man ihn gefahrlos öffnen kann. Die furchtbare Explosion, welche Dampfkessel veranlassen und mit denen ganze Häuser und ganze Schiffe in die Luft fliegen, entstehen meistentheils dadurch, daß nach zu starker Erhitzung plötzlich das Sicherheitsventil sich öffnet; so lange es geschlossen war, konnte keine Dampfentwickelung in höherem Maße statt finden, als der Dampfdruck selbst zuließ, plötzlich wird dieser entfernt und [illegible] kocht die ganze Wassermasse und da das Ventil die sich häufenden [illegible] nicht entlassen kann, so explodirt der Kessel.

Dieser üblen Eigenschaft wegen sollte man das Ventil lieber [illegible] Un-sicherheits- als Sicherheitsventil nennen; wenn ich Dampfschiffe [illegible] hätte, so würde ich durch einen Dampfdruckmesser die Gefahr [illegible] abwenden aber nicht durch Oeffnen eines Ventils, sondern durch [illegible] von kaltem Wasser. Die Wirkung ist völlig wunderbar. [illegible] Wasser hört alsbald auf zu sieden und jede Gefahr ist im [illegible]

seitigt; man muß sich sogar hüten zu viel des Guten zu thun, weil, wen die im Kessel vorhandenen Dämpfe niedergeschlagen werden, sich derselb als luftleer erweist und von Außen nach Innen, durch den Druck der Lu zusammen gequetscht werden kann; dies aber giebt nur einen Schaden, nic eine Gefahr.

Die Einrichtung zu solchem Apparat ist ganz einfach; es ist eine Druc pumpe, welche niedrig genug an dem Kessel liegt, um direct in das Wasse desselben zu führen, und welche beim Heben des Stengels kaltes Wasse schöpft, beim Niederdrücken dasselbe in den Kessel führt. Nichts ist leichte auszuführen als dieses, allein obwohl der Verf. das Mittel mehreren Ma schinenbauern vorschlug und keiner derselben die Wirksamkeit läugnen konnt so ist doch noch nirgends solch eine Maschine gebaut worden. Man häng gar zu fest an dem Hergebrachten.

Der Wasserdampf ist vollkommen durchsichtig und von höchster Elasti cität, er ist eben so farblos als durchsichtig. Was die Locomotive au dem Rauchfange ausstößt, ist kein Wasserdampf. Was aus dem Cylinde der Hochdruckmaschine an die Luft entweicht, ist kein Dampf — das is niedergeschlagener Dampf, das war Dampf, aber es ist jetzt Dunst, ein unförmlicher Haufen von ganz kleinen Bläschen, die sich in dem Augenblick gebildet haben wo der unsichtbare Dampf mit der Luft in Berührung kam und von derselben seiner hohen Temperatur beraubt, niedergeschlagen wurde.

Wenn man einen Wasserkessel über Feuer hat, derselbe kocht heftig, der Deckel ist aber verschlossen und der Dampf kann nur durch das Ausgußrohr entweichen, so sieht man nahe an diesem, einen halben Zoll von der Mündung entfernt, sich einen Strahl von Wasserrauch bilden, das ist Dunst; aber der klare, ganz durchsichtige Raum zwischen dem Dunststrahl und der Mündung des Ausgußrohres, das ist Dampf; da, wo man nichts sieht, ist er, und er hat als Dampf aufgehört, wenn man ihn sieht.

Wenn man das Gewicht der atmosphärischen Luft als Einheit annimmt, so hat der Wasserdampf nur $^{6}/_{10}$ von diesem Gewicht, 0,622. Er dehnt sich aber von 0 bis 100° um ein Drittel seines Umfanges aus und hat daher bei der Siedehitze nur ein specifisches Gewicht von 0,455. Bringt man nun ein Maaß Wasser zum Verkochen, so liefert dasselbe fast genau 1700 Maaß Wasserdampf, ein Kubikfuß Wasser giebt also 1700 Kubikfuß Dampf und dies ist die Ursache der außerordentlichen Wirkung der Dampfmaschinen.

Ist ein Raum einmal mit Dampf gefüllt, so kann man so viel Wasser hineinbringen als man will, es verdunstet nicht mehr bis man den Dampf

fortschafft, dann kann wieder neues Wasser verdunsten — dies ist die Arbeit des Windes; derselbe trocknet Felder und Wiesen viel mehr aus als der Sonnenschein.

Ist die Luft regnig, sehr voll von Wasserdünsten, oder regnet es gar, so daß nicht allein der Erdboden ausdünstet, sondern auch durch die Luft selbst eine unendliche Menge Tropfen Wassers niederfallen, so ist die Luft auch da, wo der Regen nicht hinfällt, mit Wasserdünsten gesättigt, vergeblich wird da die Frau vom Hause ihre Wäsche auf dem luftigen Boden zu trocknen suchen und je luftiger er ist, desto weniger wird es gelingen, weil die Feuchtigkeit von Außen her in den trocknen Boden eindringt.

Nun hört der Regen auf, ein warmer Westwind verjagt die Wolken, er verjagt aber auch die Feuchtigkeit aus dem Bodenraume und in einer Stunde ist die Wäsche trocken, welche bereits drei Tage auf der Leine hing, ohne das eingesogene Wasser zu verlieren.

Es ist jedoch möglich, daß auch bei dem Westwinde ein Trocknen noch nicht eintritt, weil so viel Wasserdampf vorhanden ist, als vermöge der Temperatur, welche er mitbringt, in der Luft aufgelöst sein kann. Soll ein Verdunsten (das ist ja Trocknen) statt finden, so muß in der Luft **weniger** Feuchtigkeit vorhanden sein als sie bergen kann. Aller vorhandene Dampf übt auf solchen, der hinzu kommen soll, einen Gegendruck aus, der den neuen (wenn seine Spannung nicht höher ist, als die des vorhandenen) hindert in den Raum einzutreten, welcher von jenem eingenommen ist.

Man nennt diesen Gegendruck die Tension des Dampfes und jede Flüssigkeit hat ihre eigene Tension.

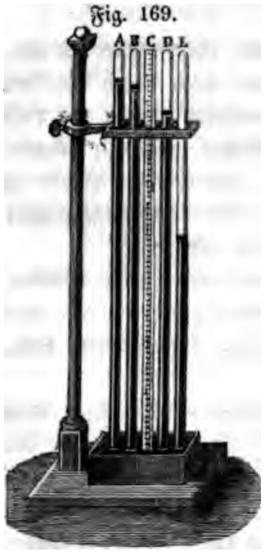
Um dieses zu beweisen sowohl, als um die verschiedenen Grade der Tension zu messen, dient das unter Fig. 169 gegebene Instrument.

Wir sehen hier einen Ständer, eine Säule, drei Fuß lang, welche auf dem starken und einseitig vortretenden Fuß eine Schaale mit Quecksilber stehen hat, in welche vier Barometerröhren von gleicher Länge A, B, D und E eintauchen, sie werden nebst einem Maaßstabe C von einer hölzernen Klammer gehalten.

Alle vier sind ursprünglich ganz mit Quecksilber gefüllt. A ist [illegible] umgekehrt worden und in das Quecksilbergefäß gesetzt, worin es [illegible]lichen Standpunkt einnimmt, der ihm, wie jedem Barometer [illegible] Druck der Luft angewiesen worden. Bevor aber B umgekehrt [illegible] Quecksilbergefäß gestellt wird, entfernt man einen Tropfen [illegible] wie eine Erbse groß, daraus und gießt statt dessen die [illegible] (d. h. man gießt einen Tropfen Wasser hinzu, so daß die [illegible] beinahe volle Röhre nun durch Wasser ganz gefüllt wird.

Jetzt kehrt man die Röhre um und läßt den Tropfen Wasser darin empor steigen, darauf stellt man diese Röhre auch in das Quecksilbergefäß neben die erste A. Man verfährt mit der dritten und vierten ebenso, bringt aber in jede einen Tropfen einer anderen Flüssigkeit. Z. B. in D einen Tropfen Branntwein, in E einen Tropfen Aether.

Fig. 169.



So wie das Experiment so weit gediehen ist, steht auch bereits das Resultat vor Augen, die Quecksilberhöhen sind durchaus verschieden. Die erste Röhre trägt das Quecksilber am höchsten, denn darin findet kein Gegendruck statt, der leere Raum hat keine Tension. In B ist Wasserdampf, der hat Tension, darum steht das messende Quecksilber um ein paar Linien niedriger. D enthält eine noch leichter verdampfende Flüssigkeit, darum ist auch die Tension größer und der Aether in E hat eine so starke Wirkung, daß er dem Druck der Luft, welche das Quecksilber bis zur Höhe von A heben will, auf der Hälfte des Weges entgegen tritt, es niederdrückt bis auf 16 Zoll, für sich 12 Zoll als Ausdruck seiner Tension in Anspruch nehmend.

Fig. 170.



Aber diese Tension ist nicht ein stets gleichbleibender Ausdruck, sondern sie ist stets und gänzlich abhängig von der Temperatur, je höher diese ist, desto größer ist der Gegendruck, den der Dampf irgend einer Flüssigkeit ausübt, und je niedriger desto geringer, aber auch bei der niedrigsten Temperatur findet noch immer ein solcher Druck statt.

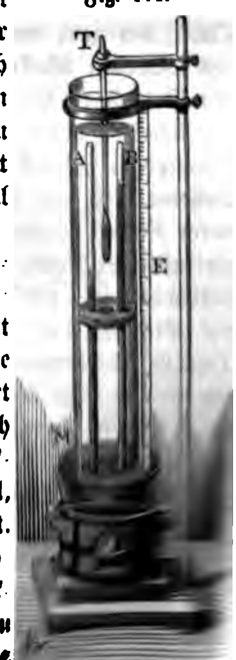
Stellen wir uns dasselbe Instrument vor, nur mit dem Unterschiede, daß auf der Säule, die zur Stütze der Barometerröhren dient, ein Glas B mit einer Kältemischung z. B. aus Schnee und Kochsalz oder aus Schnee und Salpeter steht und die eine Röhre C oben, wo sie luftleer wird, gekrümmt ist, so daß dieser Theil in die Kältemischung gestellt werden kann, indessen der andere längere Theil der Röhre senkrecht niederhängt, wie es bei einem Barometer sein muß. Nebenbei steht eine Barometerröhre A mit luftleerem Raume, welche die eigentliche Höhe des Barometerstandes angiebt, an welcher man also durch Vergleichung mit der Höhe, zu welcher das Quecksilber in der anderen Röhre steigt, ermessen kann, welche Tension der Wasserdampf

i sehr niederem Grade hat. In dem Glase B steht ein Thermometer t, ran man die Temperatur ablesen kann, welche durch die Kältemischung zeugt, also den Dämpfen mitgetheilt wird.

Dem nicht aufmerksamen Beobachter entgeht der Unterschied zwischen n beiden Barometerständen, dem von A und dem von C und darum hat h der Glaube fast allgemein verbreitet, der Wasserdampf werde bei Null rad vollständig niedergeschlagen; wo sollte aber der Schnee herkommen, r noch bei 10° unter Null, ja bei noch viel größerer Kälte fällt, wenn keine Dämpfe mehr in der Atmosphäre gäbe. Dämpfe sind vorhanden, ur in geringeren Massen, als bei höheren Temperaturen.

Der oben angegebene Versuch hat den Beweis geliefert, daß die Wasser-impfe bei 0°, d. h. bei dem sogenannten Gefrierpunkte des Wassers noch ne Spannung von 2 Linien, bei 10° unter Null noch eine Tension von Linie, bei —20° von ⅓ Linie und bei —30° sogar noch eine Spannung n ⅙ Linie haben.

Fig. 171.



Die Sache wird aber bei der Erwärmung viel deutender und je höher über Null die Temperatur, desto stärker ist die Spannung der Dämpfe. Auch er hat man directe Versuche gemacht und Dalton it einen schönen einfachen Apparat angegeben, um zu hr genauen Resultaten zu gelangen und Regnault it das große Verdienst diesen Apparat noch einmal funden und etwas complicirter gemacht zu haben.

Der Dalton'sche Apparat ist in Fig. 171 ange-ben. Er besteht aus einem eisernen Kessel mit Queck-ber, in welchem ein Glascylinder steht, welcher mit Wasser gefüllt ist. Das Quecksilber in dem Gefäße sperrt das Wasser unten ab, seine Schwere hindert s Entweichen des Wassers — wenn dieses nämlich nerhalb 30 Zoll hoch steht, so erhebt sich das Queck-lber rund um den inneren Cylinder um 2¼ Zoll, as der Wassersäule vollkommen das Gleichgewicht hält.

Innerhalb dieses Glascylinders stehen zwei Baro-eterröhren A und B. Die Letztere enthält nur Queck-lber, sie nimmt mithin den Stand an, welchen ein ates Barometer in dem Augenblick des Experimentes aben muß. In dem anderen Barometer befindet [illegible] Wenn man nun das Quecksilbergefäß auf einen [illegible] theilt sich die Temperaturerhöhung sehr [illegible]

der Skala E kann man nun bemerken, wie sich die beiden Barometer, das mit dem leeren Raume über sich und das mit den Wasserdämpfen, gegen einander stellen; ein Thermometer T giebt zugleich das Maaß der Temperaturerhöhung an.

Dalton, und nach ihm mehrere der größten Physiker Deutschlands, haben diesem Zweige der physikalischen Chemie die vollste Aufmerksamkeit geschenkt und die Spannkraft der Dämpfe von Grad zu Grad verfolgt und sie für jeden derselben in Zahlenwerthen festgestellt, so daß man z. B. ganz genau die Berghöhen durch den Siedepunkt des Wassers messen kann.

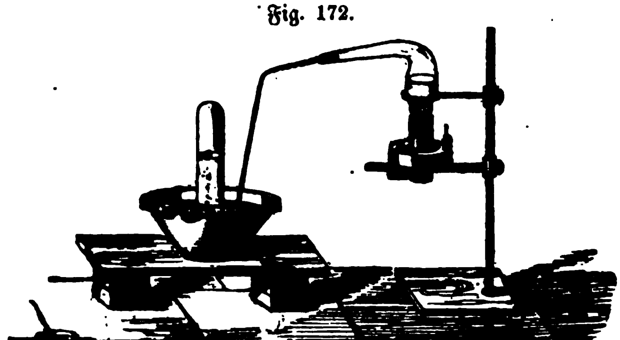
Je höher nun die Temperatur in dem, die Barometer umschließenden Cylinder steigt, einen um so größeren Unterschied zwischen dem Stande der beiden Barometer nimmt man wahr. Der luftleere Raum über B verändert sich nicht, ihm möge die Enveloppe so heiß gemacht werden als möglich, wo nichts ist, kann auch keine Wirkung sein; der Wasserdampf dagegen dehnt sich unter dem Einfluß der Wärme so aus, daß er bei dem Kochpunkt, bei der Siedhitze das ganze Rohr einnimmt und das Quecksilber ganz daraus vertreibt, das wird mit den Worten „der Dampf des kochenden Wassers übt den Druck einer Atmosphäre" gesagt und hiermit ist auch die Wirkung der Dampfmaschine erklärt. Der Dampf kochenden Wassers vermag den Stempel in einem Dampfcylinder zu heben, der Atmosphäre gegenüber, welche auf die andere Seite des Stempels drückt. Entfernt man nun plötzlich den Dampf (durch Abkühlen des Raumes oder durch Niederschlagen des Dampfes außerhalb des Cylinders), so entsteht ein luftleerer Raum unter dem Stempel und da nun kein Gegendruck mehr vorhanden ist, wie vorhin durch den Dampf kochenden Wassers, so wird der Stempel von der Schwere der atmosphärischen Luft niedergedrückt. Das ist die Niederdruckmaschine, bei welcher der Dampf nichts weiter thut, als daß er das Gewicht der Luft auf einer gewissen Stelle aufhebt (ihm entgegenwirkt) und nun plötzlich zum Verschwinden gebracht (niedergeschlagen, condensirt) die Luft wieder in ihre alten Rechte treten läßt.

Begreiflich sind 100° C. oder 80° R. noch nicht die Grenze der Temperatur und der Spannung der Dämpfe, welche ein Resultat dieser erhöheten Temperatur ist; man kann die Wasserdämpfe viel heißer machen und in Folge dessen wird ihre Spannung viel höher sein. So z. B. kann man unter dem Druck dieser Dämpfe selbst das Wasser, woraus sie sich entwickeln (natürlich im verschlossenen Raum), auf 121° C. erhitzen (an freier Luft geht das nicht, da kocht das Wasser viel früher, im verschlossenen Raum aber kann man seine Temperatur beliebig und bis zur Weißglühhitze erhöhen); dann haben die Dämpfe eine Tension, vermöge deren sie nicht blos die Quecksilbersäule des Barometers bis zum Niveau, sondern

och 28 Zoll tiefer unter das Niveau hinabdrücken; d. h. so erhitze Dämpfe ragen zweimal 28 Zoll Quecksilber, aber so erhitzte Dämpfe haben eine Spannung von zwei Atmosphären. Erhitzt man das Wasser und seine Dämpfe auf 135° C. so haben sie eine Spannung von drei Atmosphären, bei 145° von vier, bei 154° von fünf, bei 161° von sechs, bei 167° von sieben und bei 182° von acht Atmosphären.

Die so erhitzten Dämpfe speisen und bewegen die Hochdruckmaschine und wenn sie sowohl von einer als von der anderen Seite des Stempels in einem Dampfcylinder gewirkt haben, so werden sie nicht mehr niedergeschlagen, sondern lediglich an die Luft gesetzt und zwar im allereigentlichsten Sinne des Wortes. Den Dämpfen, welche einen Augenblick vorher eine Wirkung von sieben bis acht Atmosphären gehabt haben, gestattet man jetzt den Ausgang an die freie Luft, von dem Augenblick aber, wo man ihnen den Ausgang gestattet, tritt auch zugleich ein unwiderstehlicher Zwang ein, so daß es nicht mehr freier Wille ist wenn sie ausziehen, sondern sie weichen müssen, weil, indem da wo sie gewirkt haben, ihnen der Weg geöffnet wird, auf der anderen Seite des Kolbens Dampf von derselben hohen Spannung gegen sie und den offenen Raum wirkt und sie mit Gewalt vertreibt.

Fig. 172.



Um zu verdampfen bedarf das Wasser einer gewaltigen Menge Wärme; wenn man in eine Retorte, Fig. 172, 1 Pfund Wasser gießt, dasselbe über einer Berzelius-Lampe bis zum Kochen erhitzt und von dem Augenblicke wo das Kochen beginnt, die Dämpfe in einen mit Wasser gefüllten Cylinder, welcher fünf und vier Zehntheile Pfund Wasser von 0° enthält, streichen läßt, so erhält man nicht nur nach und nach in diesem Wasser eine immer höher steigende Temperatur, sondern dasselbe erreicht die Höhe des Siedepunktes und war ein klein wenig mehr als ein Pfund Wasser in der Retorte, also das Verhältniß des zu erhitzenden Wassers und der aus einem Pfunde Wasser erzeugten Dämpfe nicht genau das richtige, so entwickeln sich selbst aus den fünf Pfunden Wasser Dämpfe, die frei hindurch streichen und einen Theil desselben aus dem Cylinder vertreiben, wie die Figur zeigt.

Eis bis auf 0° abgekühlt; von den 20 Pfund Eis sind allerdings beinahe 15 Pfund verschwunden und man hat 25 Pfund Wasser und 5 Pfund Eis, aber dies ist eben der Grund der Temperaturerniedrigung. Das Eis hat die Wärme des Wassers verschluckt und sich selbst damit zu Wasser gemacht.

Aendert man das Experiment ab, daß man z. B. gleich viel Wasser und Eis in einem Kessel über Feuer setzt, so wird man zwar nach und nach die Wassermenge sich vermehren, die Eismenge sich vermindern sehen; allein auch das empfindlichste Thermometer wird keine Temperaturerhöhung anzeigen, das Wasser bleibt auf 0° und alle zugeführte Wärme geht verloren — dies ist wohl nicht der richtige Ausdruck — sie scheint verloren, aber sie wird verwendet um das Eis zu schmelzen.

Auf die gedachte Art läßt sich nicht ermitteln, wie viel Wärme erforderlich ist um Eis zu schmelzen, denn die Temperatur, welche das Feuer unter dem Kessel an denselben abgiebt, ist im Verhältniß zu der Temperatur des Feuers selbst und im Verhältniß zu dem, was ungenützt fortgeht, sehr gering. Man muß, um zu einem Resultate zu gelangen, meßbare Mengen von Stoffen und der mit ihnen verbundenen Wärme haben. Dies findet nur statt, wenn man Eis von einer gemessenen und Wasser von einer gemessenen Temperatur mischt und das Resultat abwartet.

Gießt man z. B. ein Pfund Wasser von 30 bis 40 bis 50° (jedes bildet ein apartes Experiment) auf ein Pfund Eis, so wird man wahrnehmen, daß immer das Wasser auf 6° herabsinkt, daß aber noch Eis übrig bleibt.

Macht man nun vielleicht das Experiment nochmals, aber von der anderen Seite her angefangen, gießt man ein Pfund kochendes Wasser auf ein Pfund Eis (immer von 0°), so wird man zwar kein Eis mehr übrig behalten; allein das Wasser, dessen jetzt zwei Pfund sind, wird nicht 0° haben wie bisher, sondern es wird 10½° zeigen und dies ist abermals nicht das Richtige, denn es handelt sich um eine genaue Lösung des Problems, wie viel freie Wärme nöthig sei um durch das schmelzende Eis gebunden werdend, gerade auszureichen, dasselbe in Wasser zu verwandeln. Versuche haben endlich dargethan, daß es gerade 79° der hunderttheiligen Skala erfordert, um ein Pfund Eis von 0° in ein Pfund Wasser von 0° zu verwandeln. Man ist hierüber erst nach vielen Versuchen ins Klare gekommen, man hat nach erlangtem Resultat dasselbe hundertfältig wiederholt, um es zu verificiren; nunmehr aber steht es fest, daß 79° der hunderttheiligen oder 64° der 80theiligen erforderlich sind, und so oft man ein Pfund Wasser von 79° mit einem Pfund Eis von 0° in einem hölzernen, die Wärme schlecht leitenden Gefäße zusammenbringt, wird man zwei Pfund Wasser von 0° haben. Wär das Eis kälter als 0°, so muß allerdings so viel

Grad Wärme mehr in dem Schmelzwasser befindlich sein, als das Eis Grade unter Null zählte.

Diese eigenthümlichen Erscheinungen an der Verbindung aus Wasserstoff und Sauerstoff, an dem Wasser geben demselben einen hohen Grad von Wichtigkeit im Haushalte der Natur, allein noch viel wichtiger und bedeutender wird es durch seine Betheiligung an unzähligen Körpern und durch seine wunderbare Auflösungskraft, vermöge deren es dient anorganische Körper in den Nutzen von Pflanzen und Thieren verwendbar zu machen. So wird Kalk, Kiesel, Kohle, Eisen, Schwefel, Phosphor und vieles sonst noch den vegetabilischen und animalischen Körpern zugeführt und fähig gemacht in den Organismus einzugehen, welcher dieser anorganischen Substanzen bedarf, sie aber ungelöst nicht würde aufnehmen können. Das Eisen dient zur Färbung des Blutes und scheint Energie, Kraft, Muth hervorzubringen, wenigstens findet man, daß Leute, welche des Eisens in genügender Menge in ihrem Blute entbehren, jene schöne Eigenschaften gar nicht oder in geringem Grade haben; allein wer einem blassen, unthätigen Menschen, einer bleichsüchtigen Dame empfehlen wollte alle Tage eine mäßige Portion Eisenfeile statt des Salzes auf Brod zu essen, würde derselben keine großen Dienste leisten, indeß es kaum glaublich ist, welche Menge Eisen diejenigen Leute verzehren, welche in den Brunnenorten wohnen, die Eisensäuerlinge haben, deren Wasser dort das tägliche Trinkwasser ist.

Außer dieser höchst wichtigen Auflösungsfähigkeit des Wassers, wodurch allein die ganze Pflanzenwelt erhalten und vermehrt wird, geht das Wasser noch als Bestandtheil in viele anorganische und in sämmtliche organische Körper ein. Wenn ein Chemiker des vorigen Jahrhunderts behauptet, die Pflanzen beständen ganz aus Wasser, so hat er Unrecht — nachweislich sind darin Kohle und Asche, Alkalien, alkalische Erden — wenn er aber behauptet hätte, die Pflanzen beständen größtentheils aus Wasser, so hätte er ganz Recht. Sein Experiment war, daß er einen Weidenzweig in einen Kübel mit zwei Centnern fruchtbarer Erde einsetzte und nach drei oder vier Jahren fand, daß der Baum bereits drei Centner wiege (mit Laub, Zweigen und den aus der Erde gezogenen Wurzeln), indeß die abgesonderte Erde noch immer zwei Centner wog — natürlich ein ganz ungenauer Versuch, denn die Erde war nicht im trocknen, sondern im nassen Zustande gewogen — hieraus schloß er, daß der Baum gewachsen war und gelebt hatte, lediglich von Wasser, wieder ein ganz unrichtiger Schluß, so wie jenes ein unrichtiges Exempel; allein bewiesen ward durch jenen Versuch, was sich auch ohne einen solchen Jedem, der die Augen offen haben will, täglich aufdrängt, daß die Pflanzen durch das Auflösungsmittel des Wassers die Stoffe empfangen, welche zu ihrer Ernährung dienen.

Und ganz dasselbe gilt von den Thieren, welche nicht nur zum großen Theil wirklich aus Wasserstoff und Sauerstoff in der Verbindung, welche wir Wasser nennen, bestehen, sondern auch in allen Flüssigkeiten Wasser zu sich nehmen müssen, um zu existiren; obgleich ihre Nahrungsmittel, auch wenn sie nicht flüssig sind, vom Obst zu den Gemüsen, zum Brodte und zum Fleisch, zum großen und größten Theile aus Wasser bestehen.

Was nun die in den Mineralien enthaltenen Stoffe betrifft, so kann man dieselben materiell nachweisen. Fast niemals wird man aus einem Brunnen, einer Quelle, einem Flusse reines Wasser erhalten; es giebt vielleicht nur einen Fluß, der ein beinahe ganz reines, dem Regenwasser analoges Wasser hat, dies ist die Spree oberhalb der Fabrik- und Handelsstadt Berlin; unterhalb derselben ist die Spree so unrein wie die Seine unterhalb Paris; oberhalb der Stadt geschöpftes Wasser ist jedoch so rein, daß es, nachdem es durch ein Filtrum von mechanischen Beimengungen befreit worden, zu allen technischen Operationen als chemisch reines Wasser angewendet werden kann. Wo man (außer diesem einen Beispiele) seine Retorte mit Wasser füllt, wird man nach der Verkochung einen bemerkbaren Rückstand finden.

Die Fig. 174 zeigt einen Abdampfungsapparat, wie man ihn gewöhnlich braucht, wenn man das Gefäß, welches hierzu bestimmt ist, nicht in das freie Feuer bringen will; entweder weil man besorgt, daß es dieses nicht aushalten wird, oder weil man besorgt, daß die darin enthaltenen Flüssigkeiten durch das Feuer verändert werden könnten. Man setzt die Abdampfungsschaale (oder die Retorte, den Kolben) in eine größere Schüssel mit Wasser (ein Wasser- oder Marienbad), oder in eine Schüssel mit Sand und stellt diese Schüssel über das Feuer, welches ein Ofen oder eine Lampe sein kann, je nachdem es nöthig scheint.

Fig. 174.



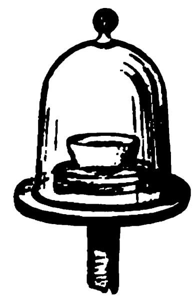
Das Wasser wird sich verflüchtigen und wenn jeder Tropfen verschwunden, alles Wasser gänzlich entwichen ist, wird man die Schaale mit einer rauh anzufühlenden Substanz belegt finden.

Es kann Fälle geben, in denen man besorgt, daß selbst die Erwärmung nur bis zum Siedepunkt nachtheilig auf die aus dem Wasser zurückbleibenden Substanzen wirken werde; dann sucht man die Verdunstung ohne alles Zuthun von Feuer, an der freien Luft zu bewerkstelligen, doch hat dieses den Nachtheil, daß man zu den im Wasser aufgelöst gewesenen Sub-

anzen neue, nämlich den Staub des Laboratoriums erhält; besser macht an es wie folgt:

Auf eine flache Schaale mit höchst concentrirter, mit Nordhäuser Schwe- lsäure stellt man einen Dreifuß von Holz und auf diesen die Schaale mit Basser. Die Nordhäuser Schwefelsäure verdunstet sehr schwer, dagegen t sie höchst begierig nach Wasser. Wenn man nun über die beiden Schüsseln ine gut schließende Glocke stellt, wie die Fig. 175 zeigt, s wird zuerst die Glocke mit Wasserdampf gefüllt wer- en, dieser Wasserdampf aber wird alsbald von der Schwefelsäure aufgenommen und verschwindet mithin wie r entstanden ist. Dieses veranlaßt ein neues Verdunsten es Wassers und ein neues Aufnehmen des Wasser- ampfes in die Schwefelsäure, welche sich nach und nach amit verdünnt, aber immer mehr von dem Wasser ver- hwinden macht, bis schließlich nichts mehr in der Schaale t, als die festen, vorher aufgelöst gewesenen Theile.

Fig. 175.



Man kann dieselben nun bedeutend vermehren, indem man die Schaale it Wasser gleicher Art nochmals — zum fünften, zum zehnten Male füllt, an wird zuletzt dasjenige erhalten, was die Köchin und die Hausfrau als esselstein oder als Salpeter kennt, und was nach einem Jahre oder dar- ber von dem Kupferschmidt, der den Theekessel gemacht hat, ausgeklopft erden muß, und was bei allen Dampfmaschinen ein großes, zuletzt ein fährliches Uebel wird, indem es anfangs die Wärmeleitungsfähigkeit des essels verringert, indem es dem Feuer seine Arbeit das Wasser ins Kochen bringen sehr erschwert, dann aber eben diesen Kessel so sehr belastet, in- nstirt, daß zuletzt das Wasser gar nicht mehr im Metall, sondern in dem s ihm, dem Wasser selbst, niedergeschlagenen Gestein befindlich ist. Das t zur Folge, daß der Metallkessel glühend werden muß, bevor der Stein- ssel das Wasser ins Kochen bringt, dies hat zur Folge: daß der Metall- ssel fünf Sechstel seiner Stärke, seiner Widerstandsfähigkeit verliert, daß enn der Steinkessel Risse bekommt, das Wasser sich hineindrängt, mit dem ühenden Metall in Berührung kommt, zersetzt wird, große Stücke absprengt, n Kessel folglich in eine höchst ungleiche Spannung versetzt, indem der- lbe stellenweise glühend, an anderen Stellen aber wieder mit dem Wasser Berührung und nicht glühend ist; lauter Uebelstände, welche um so mehr ntreten, je unreiner das Wasser ist, also auf dem Meere am allerschlimm m, weil dessen Unreinheit so groß ist, daß sie sich durch den Geschmack d den Geruch, ohne alle weiteren Prüfungsmittel zu erkennen giebt; ebelstände, die schwer oder gar nicht zu vermeiden schienen, bis es dem ufall gelang etwas herbeizuführen, was man mit Absicht wohl niemals gethan.

Um den Kessel nicht gar zu bald unbrauchbar werden zu sehen, muß man denselben, je nach der Reinheit und Unreinheit des Wassers, alle zwei bis drei Wochen ausklopfen lassen; das Wasser wird abgelassen, das sogenannte Mannloch wird geöffnet und ein halbes Dutzend Arbeiter steigt hinein und löst mit Meißel und Hammer den festgewachsenen Stein, worauf man die Bruchstücke entfernt, den Kessel ausfegt und auswäscht und nun von Neuem mit Wasser füllt und in Thätigkeit setzt.

Es war dieses auch geschehen in einer Fabrik und die Arbeiter verließen den Kessel; einer der Arbeiter aber hatte einen Scheffel Kartoffeln darin vergessen und als er daran dachte war es zu spät, der Kessel war geschlossen, mit Wasser gefüllt und bereits erhitzt — da war nichts mehr zu retten.

Merkwürdigerweise blieb die Wärmeleitung des Kessels sich ununterbrochen gleich, ein Zeichen, daß derselbe sich nicht mit Kesselstein belud — auch nach vier und nach sechs Wochen war es noch so — man wurde nun doch neugierig auf den Grund dieser Erscheinung. Das Mannloch wurde geöffnet und siehe, es fand sich in dem Kessel ein gallertdicker Satz, aber kein Kesselstein.

Die Masse fester Stoffe war mit dem Wasser in den Kessel gekommen, wie immer, und sie war darin geblieben, denn Kalk, Magnesia und Kochsalz destilliren nicht mit über — allein sie waren durch das Kartoffelmehl, den Kleister — suspendirt erhalten worden, schlugen sich nicht in fester Gestalt an den Wänden nieder.

Man ging auf den Grund dieser Erscheinung zurück und fand ihn, wie gesagt, in den Kartoffeln. Nach der Entfernung des Schlammes speiste man den Kessel wieder wie gewöhnlich mit Wasser ohne Zusatz und fand auch wieder den lästigen Kesselstein; darauf man den erhaltenen Wink benutzend sich des zufällig gefundenen Mittels bediente, um den Ansatz desselben zu verhindern. Man hat auch andere Mittel gefunden; z. B. Zusatz von Gerberlohe, oder von dem bloßen Extract der Gerberlohe, oder von doppelt kohlensauren Alkalien, welche durch das Kochen ihren großen Kohlensäuregehalt an die übrigen Mineralien: Kalk, Bittererde ꝛc. abgeben und sie dadurch länger löslich erhalten, mithin eben dadurch das Ansetzen verhindern; allein die Erfindung des Arbeitsmannes hat noch Niemand übertroffen, und Kartoffeln sind noch immer das Beste geblieben. Merkwürdig ist, daß bis jetzt dieses Verfahren durchaus nicht allgemeinen Eingang gefunden hat, wiewohl fast jeder Dampfmaschinen-Besitzer davon Kenntniß hat; eine unbeschreibliche Gleichgültigkeit hindert die Leute an der practischen Anwendung solcher Vorschriften.

Was uns hier als ein Uebel erscheint, ist es im Uebrigen gar nicht;

die Anwendung des Wassers auf Dampferzeugung wird dadurch erschwert. Für den großen Haushalt der Natur aber ist gerade das, mit festen Körpern mancher Art beladene Wasser, das eigentliche Gute und Beste. Regenwasser oder destillirtes Wasser eignet sich nicht zum Trinken und dasjenige, was man am liebsten trinkt, das frische Quellwasser, ist immer reichlich mit Mineralien versetzt.

Wir wollen hier nicht Analysen des gewöhnlichen Trinkwassers geben, aber doch die Stoffe anführen, welche man darin aufgelöst findet; es sind vorzugsweise Kalk in seiner Verbindung mit Kohlensäure, mit Schwefelsäure und mit Salzsäure (Chlorcalcium), es ist eben so kohlensaure, schwefelsaure und salzsaure Bittererde, salzsaures Natron, salpetersaurer Kalk und Kieselerde. Kommen noch andere Bestandtheile vor, wie Eisen, Schwefel ꝛc. so zählt man diese nicht mehr zu den Trink-, sondern zu den Mineralwassern. Reines und gutes Trinkwasser ist nicht solches, bei welchem diese mineralischen Bestandtheile nicht vorkommen, sondern solches, bei welchem sie in einer, der Gesundheit zuträglichen Menge vorkommen.

Wir, in unseren geordneten Haushaltungen haben keinen Begriff von der Wichtigkeit des Wassers, weil wir dessen in bester Beschaffenheit und in reichlicher Menge haben; es ist wie mit dem köstlichsten Gut des Menschen, mit seiner Gesundheit, welche er auch nicht früher achtet, als bis er ihrer glücklich los ist. Um zu wissen, was das heilbringende Wasser bedeutet, muß man ein Ansiedler im Urwalde, eine halbe Stunde nur vom nächsten Bache sein, oder vielleicht am Bache selbst wohnend, der aber im Sommer vertrocknet. Um zu wissen, was dieses Beste von allen Getränken werth ist, muß man in einem Segelschiff nach Süd-Amerika reisen. Man wohnt auf dem Wasser; es scheint närrisch zu sein, da von Wassermangel zu reden, und ein Herr von Schöpfersdorfer in Wien frug den Verf. einmal ernstlich unwillig über dessen Aufschneidereien: „Aber sagens' Herr Doctor, Sie werden doch nit wirklich beabsichtig'n mir weiß z' mach'n, daß man mitt'n auf'm Meer a Wassermang'l hab'n könnt' — mitt'n auf'm Meer!?

Ja, Herr von Schöpfersdorfer, das beabsichtige ich allerdings, denn es ist eine der größten Calamitäten, welche das Schiffsvolk treffen kann, wenn das süße Wasser ausgeht; denn das Meerwasser ist seines ekelhaften Geschmackes und seiner schädlichen Wirkungen wegen in der That nicht zum Genuß für den Menschen oder auch nur für ein Thier zu brauchen; es verursacht Uebelkeiten, Vomiren, Durchfall, und vor allem, bei wiederholtem, gezwungenen Genuß einen solchen Ekel, daß ein ferneres Trinken desselben geradezu unmöglich wird. Das Seewasser ist auch durch Kochen nicht zu verbessern; die organischen Stoffe können zwar dadurch

verändert und zerstört, allein der bedeutende Gehalt an schwefelsaurem Natron und Kalk (Gyps), an Chlormagnesium, Chlorkalium, Chlornatrium (Kochsalz), schwefelsaurer Bittererde, schwefelsaurem Kali, doppelt kohlensaurem Kalk, Brommagnesium, an Jodmetallen ꝛc. wird durch das Kochen nicht beseitigt, sondern vielmehr um denjenigen Antheil vergrößert, um den das Wasser in Dampfgestalt sich beim Kochen ausscheidet. Dieser, der Gesundheit schädlichen Bestandtheile wegen ist das Seewasser ungenießbar; es ist nicht einmal zum Waschen zu brauchen, denn es löst weder die Seife, noch mit derselben vereinigt das Fett, den Schmutz auf.

Da es die Existenz der ganzen Bemannungen, die Rettung des Schiffes und der Ladung gelten kann, so hat man vielfältig versucht das Seewasser trinkbar zu machen; einer der nächst liegenden Vorschläge ist es, die Destillation desselben zu versuchen und dieses würde auch wenigstens einen theilweisen Ersatz bieten. Auf allen Schiffen ist ein, in jeder Woche wiederkehrender Küchenzettel gebräuchlich, und auf den meisten wird zweimal, dreimal in der Woche Fleisch gegeben, dagegen fünf oder viermal nicht. Der Kessel aber, in welchem das Fleisch gekocht wird, steht in der Küche (Combüse) fest eingelassen, und muß auch an den fünf oder vier Tagen, da man seiner nicht bedarf, gefeuert werden. An diesen Tagen füllt man ihn mit Seewasser, welches man nach Benutzung der anderen Kessel wieder hinausschafft.

Wenn man nun mit einem geringen Kostenaufwande, der überdies nur einmal für die Ausrüstung des Schiffes zu machen ist, da alles Uebrige: Feuerung, Füllen des Kessels, Entleeren desselben, Reinigen ꝛc. doch vorgenommen werden muß; einen Helm und ein Kühlfaß anschaffte und das verdampfende Wasser niederschlüge, um es als destillirtes Wasser aufzufangen, so wäre damit viel geholfen; allein obschon man dies sehr wiederholt versucht hat, so ergab sich erstens, daß die Ausbeute noch nicht den vierten Theil des Bedarfes decke, dann aber, daß dieses Wasser, eben weil es destillirtes — unangenehm und keineswegs Quellwasser ersetzend sei. Zum Waschen allerdings konnte man kein besseres bekommen, es war das non plus ultra von Weichheit, von Auflösungsfähigkeit; und das Quellwasser welches der Matrose als ein schätzbares und theures Gut sorgsam zugemessen erhält, ist trübe von Infusorien, von einer Unzahl kleiner, dem bloßen Auge unsichtbarer Gewürme von den abnormsten, wunderbarsten Gestalten — und darin und dazwischen wimmelt es von größeren Thieren, welche jene kleinen verspeisen und die schon dem bloßen Auge sichtbar sind; und neben diesen Thieren ist das Trinkwasser auf dem Meere bewohnt von fingerlangen Maden, den Haifischen des Trinkwassers, den groteskesten Gestalten, welche darin umherfahren und die mittelgroßen verschlingen, welche

h ihrerseits von den kleinen nähren und müssen nun den größten ein
ıpetitlicher fetter Bissen werden.

Daß natürlich dieses Wasser nicht ohne vorherige Filtration, und dann
ch noch nicht ohne vorherige Vermischung mit Rum zu einem steifen
rog genossen wird, versteht sich wohl von selbst und dies ist wahrschein-
h der Grund, warum alle Matrosen einen fabelhaften Hang zum Brannt-
in haben und seiner nicht entbehren zu können glauben, auch wenn sie
f festem Boden stehen und frisches Quellwasser haben; es schmeckt ihnen
nüchtern, da sie einmal an „Halb und Halb" gewöhnt sind; allein dieses
m ihnen Niemand verdenken, daß sie nicht die Maden und Würmer lebend
ihren Leib aufnehmen wollen, und sie deshalb vorher durch Branntwein
oten — andere, mäßigere Leute bewerkstelligen dieses durch Abkochen — nun
: trinken Infusorien-Bouillon statt Wasser.

Dies köstliche Geschenk, das Wasser, lernt man erst kennen, wenn man
rch die Wüsten reist und es in Schläuchen mit sich führen muß, wo es
m angenehm von der Sonne, bis zu 40 und 50 Grad durchwärmt, den
blichen Fett-, Haut- und Verwesungsgeschmack annimmt, den macerirende
erische Substanzen ihm geben, wenn sie lange darin liegen oder, was
ichviel ist, das Wasser in ihnen. Dies köstliche Geschenk lernt man erst
men, wenn man aus den in der Sonnenhitze geborstenen Schläuchen das
asser verliert und zur Rettung seines Lebens genöthigt ist, ein Kameel
ch dem andern zu schlachten, um theils von seinem Blute, theils von
m alkalischen und schleimigen Wasser in seinem Vormagen zu trinken
enn dies nicht eine von den lügenhaften Arabern erfundene Aufschneiderei ist).

Ja wir brauchen gar nicht solche Extreme aufzusuchen, gutes Wasser
nt man erst schätzen, wenn man aus unseren schönen nordischen Gegenden
d Städten, in denen überall für reichlichen Wasserzufluß von der Natur
er durch die Behörden gesorgt ist, nach jenen Ländern kommt, die sich für
blich gelegene ausgeben ohne es zu sein, die quellenärmer sind, deren
oden das Graben von Brunnen nicht gestattet, oder deren riesige Städte
en so kolossalen Bedarf haben, daß der Boden ihn nicht mehr hergiebt.
ie Rohrbrunnen in Würtemberg, Baiern, Oesterreich geben ein an Tem-
ratur und Mineraliengehalt stets wechselndes Wasser, nicht nur ist dasselbe
sättigt mit Kalk und anderen Substanzen, sondern es ist auch noch ge-
engt damit, es schwebt Thon, Kalk, Mergel ꝛc. darin; denn dieses Wasser
mmt nicht aus Quellen, sondern aus den Thalgerinnen, bei deren Zu-
mmenstoß es in sogenannte Brunnenstuben aufgefangen und von da in
lzernen oder thörnernen Röhren, häufig ganz oben an der Oberfläche der
de, durch nichts gegen Frost und Sonne geschützt, nach den fließenden
unnen der Städte geleitet wird, daher nach jedem Regen für einen oder

mehrere Tage völlig ungenießbar, aussehend wie das Wasser in den Topfgeschirrfabriken, mit welchem Thon geschlemmt wird.

Das Wasser in Paris wird aus der Seine und aus einem artesischen Brunnen gewonnen; es ist völlig ungenießbar und muß filtrirt werden. London ist durch Wasserleitungen mit Wasser versehen; das Wasser ist jedoch eben so ungenießbar wie das von Paris, und was nun Constantinopel und das benachbarte Kleinasien betrifft, so ist es um nichts besser daran, als eine Araberniederlassung in der Wüste, denn das Wasser wird dort in Schläuchen von den Bergen hergeholt und auf dem Rücken von Eseln oder von zweibeinigen Lastthieren umher getragen und feil geboten, und selbst dieses elende Getränk gilt in den heißen Ländern für eine solche Wohlthat, daß derjenige, der sich für sein Unternehmen den Segen der Armen erbitten oder durch denselben früher begangene Sünden versöhnen will, einem solchen Lastträger seine Vorräthe abkauft und sie unentgeldlich vertheilt, die Dankes- und Segensausrufungen buchend, um gelegentlich mit dem großen Contobuch dort oben das Seinige zu vergleichen und wo möglich eine günstige Abrechnung heraus zu klügeln.

Unseren Verhältnissen sagt nicht zu, was den Südländern noch genügend ist; die Kultur hat uns auf eine Stufe erhoben, auf welcher eine unendliche Menge von Bequemlichkeiten und Genüssen so vollständig zum unabweisbaren Bedürfniß geworden sind, daß wir es in vielen Dingen besser, bei weitem besser haben, als die Fürsten des alten Testaments oder die mit ihnen auf ziemlich gleicher Kulturstufe stehenden Fürsten Persiens, der Türkei, Indiens ꝛc. Unter diesen Bedürfnissen steht uns Nordländern oben an: reines gutes Trink- und säurefreies Waschwasser, und wo, wie in Paris und London dies weder für Geld noch umsonst zu haben ist, da hilft sich jede einzelne Haushaltung durch einen mehr oder minder künstlichen Apparat, den man ein Filtrum nennt.

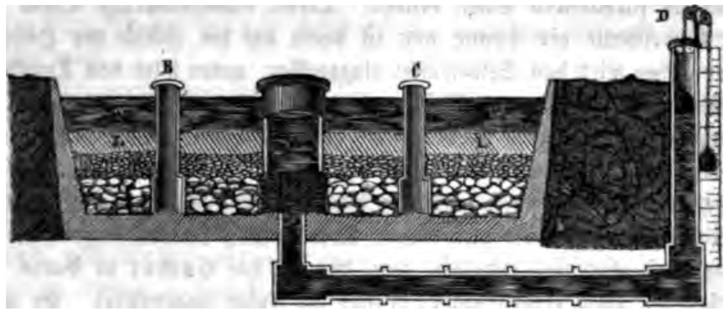
Fig. 176.



Ein Filtrum? was ist das? Nun, wer wüßte es nicht, oder wer glaubte nicht, es zu wissen; filtrirt ja doch die Frau vom Hause täglich den Kaffee, filtrirt ja der Apotheker täglich hundertmal Mixturen und Tincturen, und wenn ein Tertianer ein Filtrum zeichnen soll, so giebt er uns gewiß die nebenstehende Ansicht, allein dies filtrirt nicht Wasser. Damit kann man allenfalls den Aufguß von den Camillen trennen, aber wie viel Trinkwasser aus der Elbe unterhalb Dresden, aus der Donau, aus dem Rhein würde man dadurch filtriren, wenn auch die Masse gewaltig vergrößert würde? Dasjenige, was an Thon, Kalk und Kiesel in dem

Flußwasser schwebend erhalten und demselben seine gelbliche, grünliche, röthliche Färbung giebt, schlemmt alsbald die Poren des Filtrirpapiers zu.

Fig. 177.



Um Wasser im Großen zu filtriren, bedienen sich die englischen Wasserversorgungsanstalten eines Filtrums, wie es Fig. 177. zeigt. Man sieht ein großes, sechs Fuß tiefes Becken (von einer Oberfläche, welche natürlich im Verhältniß zu dem Verbrauch steht), mit Lehm ausgeschlagen oder mit gebackenen Steinen ausgemauert. Als Mörtel darf wohl Thon, aber nicht Kalk angewendet werden; hydraulischer Mörtel hingegen eignet sich sehr wohl. Die Ausmauerung geschieht, um so wenig Wasser zu verlieren als möglich, welches ohne Gemäuer unvermeidlich wäre.

In dieses Bassin bringt man eine mehrere Fuß hohe Lage von faustgroßen Kieseln, darauf bringt man eine etwas geringere Schicht wallnußgroßer Gerölle und diese bedeckt man ungefähr einen Fuß hoch mit Sand, worauf nun das zu filtrirende Wasser (bei großer Fläche von vielen Stellen zugleich) geleitet wird. Die Wasserschicht WW durchdringt nun zuerst den Sand und sinkt dann in die Zwischenräume der Steine herab, aus denen es die Luft durch eiserne Röhren B und C vertreibt. Hat so ein Filtrum einen Morgen Flächeninhalt, wie die Londoner, so muß man sehr viele solcher Röhren haben; in kleinen Filtren von ein paar Quadratklaftern Oberfläche genügen deren zwei.

In der Mitte ist der Sammelbehälter, in welchem das Wasser von unten her steigt, und aus welchem es durch die Röhre D abgeleitet wird, in welcher auch zugleich ein Schwimmer mit einem Gegengewicht und einer Skala angebracht wird, welcher den Wasserstand angiebt.

Es ist hier übrigens von der Filtration nur in sofern die Rede, als doch wenigstens die gröbsten Massen Schmutz fortgeschafft oder aufgehalten werden, eine Reinigung in dem Sinne, in welchem der Chemiker oder Techniker sie auffaßt, findet durchaus nicht statt und die Gesellschaften, welche London mit Wasser versorgen, überlassen alles Weitere den Privatleuten.

Diese nun sind genöthigt in ihrem Hause einen kleinen filtrirenden Apparat zu haben, welcher in Paris größtentheils aus einer etwa drei Fuß hohen Tonne von Marmortafeln, welche luftdicht zusammen gekittet sind, und einem filtrirenden Stein besteht. Dieser bimssteinartige Stein bildet einen Querschnitt der Tonne und ist darin auf der Hälfte der Höhe eingekittet; oben wird das Seinewasser eingegossen, unten wird das Trinkwasser abgezapft. Da aber das Seinewasser höchst unrein ist, so muß dieses Filtrum sehr oft gereinigt werden, was bei seinem Gewicht nichts Leichtes ist.

Um sich aus dem Flußwasser ein gutes, gereinigtes Trinkwasser zu verschaffen, muß man ein anderes Verfahren einschlagen. Der Kies und der Sand kann nur eine mechanische Absonderung bewerkstelligen; die Reinigung muß aber eine chemische sein, und da hat Cuchét in Paris zuerst den richtigen Weg eingeschlagen, er hat die Kohle angewendet. Er nannte seinen Apparat mit der gewöhnlichen Prahlerei der Franzosen ein Filtre inaltérable, weil es aber allerdings alterirt, d. h. mit der Zeit unbrauchbar wird, gereinigt und neu aufgebaut werden muß, so verwarf die Akademie dasselbe, nachdem es die glänzendste Probe bestanden, z. B. ganz schwach gebläuetes Wasser, farblos — solches Wasser, das schon vierzehn Tage auf Leichen gestanden, klar und geruchlos gemacht hatte. Aber noch jetzt hat man kein besseres Verfahren und alle Filtren werden auf dieselbe Weise gemacht, mit denselben Stoffen geschichtet, alle werden mit der Zeit schlechter, müssen dann gereinigt und frisch geschichtet werden; aber sie heißen nun einmal nicht nach ihrem Erfinder.

Das Prinzip derselben, welches bei allen befolgt wird, ist daß das zu reinigende Wasser zuerst durch einen Schwamm geht, der das Gröbste abhält und täglich gereinigt werden kann, ohne alle Unbequemlichkeiten; ferner daß das Wasser durch mehrere Schichten von Kies und Sand und endlich durch eine starke Schicht gut ausgebrannter und gröblich zerkleinerter Holzkohle gehe, welche mit einer Schicht Kies so bedeckt ist, daß sie nicht vom Wasser aufgehoben und schwimmend gemacht werden kann. Schließlich sind die Apparate so eingerichtet, daß der Zutritt des zu reinigenden Wassers von unten her stattfindet und das gereinigte Wasser oben über der letzten Kiesschicht steht.

Hat ein Mensch die unschätzbare Eigenschaft alle Unreinigkeiten von sich zu weisen, so lobt man ihn deswegen; die Kohle hat im Gegentheil die Neigung sich mit allen Unreinigkeiten begierig zu verbinden, und wegen dieser unschätzbaren Eigenschaft wird sie gelobt und gesucht, und diese Eigenschaft, welche den Branntwein entfuselt und den Zuckersaft der Rüben klärt, ist es, welche auch das Wasser so vollständig reinigt, daß es aus der Seine, Themse oder Spree, selbst unterhalb Berlin, wo sie den Abfluß von

100000 Haushaltungen und vielen Tausend der Fabriken aufgenommen hat (die Gasfabriken an der Spitze und die Lederfabriken oder Gerbereien, die Färbereien, die Schlächtereien nicht zu vergessen) geschöpft, doch vollständig klar und trinkbar, ja selbst bei der chemischen Analyse völlig rein befunden wird.

Die schauderhafteste Methode der Reinigung wird auf den engländischen Schiffen befolgt. Man ist außer Stande die Fäulniß des Wassers zu hindern — so befördert man sie. Die Schiffe, welche zu langen Reisen London verlassen, füllen ihre Gefäße mit Themsewasser von denjenigen Stellen, wo die Unreinigkeiten der Stadt in großen Cloaken in den Fluß münden, um das Wasser mit allen möglichen, Fäulniß befördernden Stoffen beladen zu haben — dieses Wasser macht seinen Gährungsprozeß rascher durch als anderes und nun ist es todt; wenn es durch und durch verfault ist, fault es nicht ferner. Dann wird es für den täglichen Gebrauch filtrirt.

Es möge wahr sein (obwohl es nicht wahr ist), daß durch Filz, Grand und Sand, ohne Beihülfe der Kohle, wirklich alles Unreine abgeschieden wird — so ist jedenfalls die ganze Procedur erst den Koth von London aufzunehmen, um nachher des Kothes überhaupt ledig zu werden — eine höchst ekelhafte, und ich lobe mir die Methode der Preußen, welche ihrem möglichst rein geschöpften Wasser gleich ausgeglühte Kohle zusetzen, um die Fäulniß möglichst zu verhindern, nicht aber die Cloaken von Stettin und Danzig, Königsberg oder Memel hinein leiten, um die Fäulniß zu befördern.

Manche Ortschaften sind ganz auf das Regenwasser angewiesen, sie liegen so hoch oder sie sind so quellenarm, daß es nicht wohl möglich ist, sich auf andere Weise Wasser zu verschaffen, als indem man dasjenige, was von den Dächern träufelt, in Rinnen auffängt und zu steinernen Behältern, zu sogenannten Cisternen führt. Das Morgenland ist noch jetzt reich daran, weil es wasserarm ist; allein zur Zeit da Kleinasien überreich bevölkert, der Sitz der höchsten Kultur jener fernen Jahrhunderte war, als die Reiche der Meder und Babylonier blüheten und als die Israeliten sich in dem gelobten Lande niederließen, gab es in den volkreichen Städten Cisternen von einer Größe und Ausdehnung, von einer Künstlichkeit im Bau, welche um so mehr in Erstaunen setzt, als man damals in der Baukunst über der Erde noch nicht so weit vorgeschritten war, wie uns die pomphafte Beschreibung des Tempels zu Jerusalem lehrt, welcher, ein Wunderwerk der Welt, jetzt von vielen Tausenden von Privathäusern (gar nicht etwa von königlichen Palästen) weit übertroffen wird; denn daß die Wohnsitze Salomons und der Priester zum großen Theil aus Cedernholz gebaut waren, kann nur denjenigen in Verwunderung setzen, der nicht weiß,

wo die Ceder einheimisch ist. Wir würden uns gar nicht wundern, wenn man uns sagte, da sei ein Haus gebaut worden, dessen sämmtliche Balken, Thüren, Dielen, Treppen, dessen Bedachung, Sparren, Latten ꝛc. von Kiefernholz gemacht seien; so ist es für das Cedernholz in Kleinasien, wollte man dort von unserem Kiefernholz bauen, so würde der Bau hundertmal theurer werden.

Jene morgenländischen Cisternen hatten oft mehr als einen ganzen Morgen Flächenraum, lagen hundert und mehr Fuß tief unter der Oberfläche, waren durch Säulengänge oder durch mächtige Pfeilerreihen gestützt, welche die Last der weiten Gewölbe trugen; sie lagen meistentheils in Thalsenkungen, so daß alles Regenwasser, was an den Seiten der Berge ablief, sich dahinein ergießen konnte, sie lagen aber mitunter auch ganz unter dem Berge, der zwei Thäler schied, deren oberes die Cisterne speiste, indem man aus dem benachbarten Thale zu dem niedrig gelegenen Eingange gelangen konnte, aus welchem auch während der Regenzeit der Ueberfluß ablief.

Andere Cisternen bestanden, wie die Speicher der damaligen Zeit, aus einem, ganz in Form einer Weinflasche, aufgebauten Raum; Cisternen und Silo unterscheiden sich lediglich dadurch, daß die ersteren in einem Thale angelegt waren, damit sich Wasser darin sammeln konnte, indeß der Silo oder Speicher sich in einem Berge befand und auf den Gipfel desselben mündete, damit kein Wasser hinein komme und das Getreide verderbe. Solche Cisternen waren überall auf dem flachen Lande vertheilt und machten Kleinasien bewohnbar, indeß es mit dem Verfall derselben zu einer Wüste geworden ist. Solche Cisternen an Orten, die wenig Wasser hatten, anzulegen, galt für ein höchst lobenswerthes, frommes, Gott gefälliges Werk. Jeder Landstrich, der von einem Patriarchen bewohnt wurde, hatte mehrere solcher Brunnen für die Heerden und diese tränken, war nicht eben eine leichte Arbeit, denn jeder Tropfen Wasser mußte aus einer, mitunter beträchtlichen Tiefe heraufgeholt werden; es war auch nicht gefahrlos, denn in die Tiefe zu stürzen, kostete beinahe immer das Leben, theils weil die Luft dort unten meistens verdorben, nicht athembar war, theils weil die Brunnen eine große Tiefe hatten; bei wenigem Wasser der Sturz tödtete, bei vielem Wasser das Ertrinken nicht ausbleiben konnte, indem es in jenem wasserarmen Lande wohl wenig Schwimmer geben mochte. Ein Befreien durch eigene Mittel war übrigens gar nicht möglich, weil diese Cisternen keinen Ausgang, keinen Abfluß hatten, deshalb man dieselben, wenn sie wasserleer waren, auch zu Gefängnissen brauchte. Solch ein trockner Brunnen war es wohl, in welchen Joseph durch seine sauberen Brüder hinabgelassen wurde.

Die Noth zwingt noch jetzt die Menschen zur Benutzung der Cisternen;

Constantinopel ist reich daran, nicht minder die Ueberreste jener glänzenden Städte Kleinasiens und Aegyptens; allein auch noch in Europa hat man dieselben, ja kann man ihrer nicht entbehren, wie z. B. in Venedig, dessen Lage auf seinen neunzig Sandbänken und auf Millionen Pfählen die Möglichkeit der Quellen ganz ausschließt. Dort hat jedes Haus seine Cisterne und dieselben sind beinahe so gestaltet, wie die Zeichnung S. 259 lehrt; nur bleibt der unten liegende Kanal immer fort. Es ist ein beliebig weites Bassin, von festem, nicht durchlassendem Gestein, gewöhnlich dem schlechtesten Baustein, den man dort hat, dem schwarzen Marmor, aufgeführt, die Fugen mit Cement wasserdicht gemacht. Hierin sind mehrere Fuß hohe Schichten Gesteins, von verschiedenen Größen, die stärksten (faustgroßen) ganz unten, dann kleinere, noch kleinere, dann Kies und endlich Sand.

Aus diesem Gestein heraus in der Mitte ist ein Brunnenschacht von Ziegelsteinen trocken, ohne Mörtel nur mit Moos, aufgebaut; er hat gewöhnlich zwei bis drei Fuß im Durchmesser und die Tiefe der Cisterne, selten mehr als sieben Fuß. Die Oberfläche über dem Sande ist mit Fliesen belegt und rundum an den Rändern der Cisterne sind entweder Vertiefungen angebracht, oder es ist ein kreisförmig gemauerter Canal von Ziegeln in den Sand gebaut, welcher oben die Oeffnungen hat, durch die das Regenwasser in die Cisterne tritt; zuerst also in den Canal, dann durch den Sand und Grand nach unten sinkt und sich zwischen den Steinen sammelt, von wo es durch den Pozzo (Brunnen) in der Mitte geschöpft wird. Ein flacher Stein bedeckt diese Oeffnung.

Venedig wäre ohne diese Cisternen unbewohnbar, und in dem Hofe eines jeden Hauses findet sich eine solche. Der Hof selbst, ringsum bebaut, ist sehr klein, hat aber doch gerade Platz für die klafterbreite Cisterne und für einen Fußsteig rund um dieselbe. Da nun aber die Häuser auch nur klein sind, d. h. von geringer Front, wenn schon hoch genug um Platz für die Bewohner zu haben, so ist die Regenmenge, welche sie auffangen können, nicht groß und während des Sommers leiden alle an Mangel, da wird das Wasser aus den Schleusen der Brentamühlen geholt. Zwei Gondolieri fahren mit ihrer Gondel unter den Ausguß solcher Schleuse und lassen das kleine Fahrzeug so voll laufen, daß nur ein Zoll hoch Bord da ist. Auf diesem Bord von doppelter Brettdicke laufen die kecken Burschen immer von dem Schnabel der Gondel nach dem Steuer und wieder zurück, mit ihren langen Stangen das Schifflein durch die Lagune nach Venedig treibend. Auf demjenigen Canal angelangt, an welchem das Haus liegt, welches versorgt werden soll, finden sie daselbst eine Wasserleitung vor, welche ungefähr wie die Rinne einer Kegelbahn, nur wasserdicht, aus einem halben Dutzend verschieden hoher Blöcke besteht, auf denen die Rinnen

liegen. Die Gondel fährt darunter, legt sich daselbst fest und die Gondolieri schöpfen das Wasser mit Eimern, um es in die Rinne zu gießen, aus der es in die Cisterne läuft. Bei trocknem Wetter muß man dieses alle Wochen wiederholen.

Man sieht wohl, daß dies ein ziemlich trauriger Behelf ist für gutes Quellwasser; aber man sieht an all' diesen Veranstaltungen groß und klein, welche Wichtigkeit das Wasser für uns hat, wie unentbehrlich es ist, und der Thor, der da sagt: „Meinetwegen braucht es kein Wasser zu geben, ich trinke nie einen Tropfen", sagt eine Unwahrheit; denn in seinem starken Kaffee, seiner kräftigen Bouillon, der Milch zu seiner Chokolade, dem Madeira oder Portwein 2c. 2c. ist Wasser immer zu 9 Zehntheilen oder zu 99 Hunderttheilen enthalten, abgesehen davon, daß er sich doch sehr nach dem Wasser umsehen würde, wenn es ihm zum Waschen, zum Reinigen seiner Leibwäsche 2c. 2c. fehlte.

Nächstdem ist auch noch die übrige Beschaffenheit des Wassers von einer ungeahnten Wichtigkeit. Das mit sogenanntem harten Wasser kein Fleisch und kein Gemüse weich gekocht werden könne, weiß jede Hausfrau; daß man durch Zusatz von doppelt kohlensaurem Natron das Wasser weich machen könne, weiß nicht eine jede Hausfrau. Das Alkali verbindet sich mit den Säuren, die im Wasser enthalten sind und das Wasser wird milde, löst Seife auf, was das gewöhnlichste Kennzeichen weichen Wassers ist, so wie das Gerinnen hartes anzeigt. Aber viele Fabrikzweige sind an bestimmte Orte, an gewisses Wasser gebunden. Man kann nirgends als in den Marken gutes Weißbier brauen. Berliner Braumeister haben in dem sogenannten Blutzer Bier in Wien vergebens das Weißbier nachzuahmen gesucht; eben so wenig kann man in Norddeutschland das Nürnberger, Culmbacher oder Regensburger Bier nachahmen — aber das letztere nicht einmal in Wien, obwohl dieser Ort an demselben Strome gelegen ist.

Die überaus prachtvollen Farben der Seide und der Wolle, mit denen die Gobelintapeten gewirkt werden, sollen ihren Glanz dem Wasser der Marne zu danken haben, welche oberhalb Paris in die Seine fällt, und die jetzt in noch höherem Ruhm stehende Berliner Wolle, welche wirklich alles andere übertrifft, dem reinen Wasser der Spree — ob dies wahr oder nicht, wollen wir dahingestellt sein lassen; dieß aber ist gewiß, daß man nirgends so schön färbt als an den beiden gedachten Orten, indeß die Farbematerialien bekannt und überall zu haben sind.

Aber eben dieses Wasser, welches so gut zu brauchen zu den meisten technischen Zwecken, verliert diese Brauchbarkeit zum großen Theil durch metallne Röhrenleitungen; das graue gewöhnliche Gußeisen unterliegt so gut einer Oxydation als das Blei, welches man sehr häufig zu Röhren

anwendet und Holz giebt dem Wasser zuerst einen harzigen, dann einen üblen Geschmack, der sich schwer beschreiben läßt, der aber von der Zersetzung des Holzes und der theilweisen Auflösung der Zersetzungsproducte herrührt. Weißes Gußeisen unterliegt der Zerstörung nicht so leicht, am wenigsten natürlich, wenn das Wasser überhaupt möglichst rein von Kohlensäure ist; graues Gußeisen dagegen wird auch vom Flußwasser angegriffen, wenn dasselbe nur eine Spur freier Kohlensäure oder eines kohlensauren Alkali's hat, welches beinahe nicht zu vermeiden ist, da nur Regenwasser frei davon bleibt, weil es mit keiner Erde in Berührung kommt.

Die Zerstörung der Röhren beginnt mit einer Oxydation der Oberfläche, welche, da das Gußeisen porös ist, immer tiefer dringt. Die Oxydationsproducte bilden nach und nach knollige Auswüchse an der inneren Oberfläche der Röhre, die sich oft zollhoch erheben, anzuschwellen scheinen, immer dicker werden und die Röhren dergestalt verengern, daß sie in dem Zeitraum von sechs bis sieben Jahren kaum mehr die Hälfte des Wassers liefern, was sie am Anfange lieferten.

Die knolligen Auswüchse bestehen zu 80 Prozent aus Eisenoxyd und Eisenoxydul, welches beides magnetisch; ferner enthalten sie 14 pCt. Wasser, 5 pCt. Kohlensäure und 1 pCt. Kiesel.

Das Blei, welches man häufig zu Wasserleitungen anwendet, ist noch weniger geeignet zu diesem Dienste; denn falls das Trink- oder Kochwasser aus eisernen Röhren auch Eisenoxyd enthält, so ist dieses wenigstens nicht schädlich; allein das Bleioxyd, welches nachweislich in dem Wasser, das durch bleierne Röhren fließt, in nicht unbeträchtlicher Menge vorkommt, ist giftig und dasjenige Wasser, welches einen solchen Stoff nicht mit sich führt, ist nicht immer zu haben; dieses ist nämlich gypshaltiges Wasser. Das Bleioxyd verbindet sich durch dessen Hülfe mit der Schwefelsäure des Kalkes und setzt sich als unlösliches schwefelsaures Bleioxyd an den Wänden der Röhren fest.

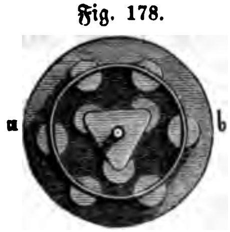
Gläserne Röhrenleitungen dürften am zweckmäßigsten sein, indem das grüne Bouteillenglas eigentlich gering im Preise ist, und eine Fabrik, welche darin arbeitet, zweifelsohne den laufenden Fuß einer starken, bouteillendicken grünen Röhre für höchstens 9 Pfennige (wahrscheinlich für beträchtlich weniger) liefern dürfte; solches Glas bei 1/8 Zoll Dick der Wandung leistet schon bedeutenden Widerstand und wird durch kein anderes Material übertroffen; annäherungsweise gleich gut ist fest gebrannter Thon — Drainröhren allerdings dürfen es nicht sein, doch starke, durch hydraulische Kräfte gepreßte Thonröhren, inwendig glassirt, halten in der Erde liegend einen ungeheuren Wasserdruck aus und widerstehen der auflösenden Kraft des Wassers vollkommen.

Den Bewohnern der Polarregion ist das Eis eine große Last, den Bewohnern der heißen Zone ein Luxusartikel, und wir in der gemäßigten Zone Wohnenden, genießen das Eis zwar nicht, aber wir bereiten flüssige Crêmes von geistigem oder gewürzigem Inhalt und lassen dieselben erstarren, wozu wir des Eises bedürfen, daher dasselbe bei uns während des Winters in Eiskellern aufgehäuft und im Sommer unter Zusatz von Salz verwendet wird, jene Süßigkeiten selbst in „Gefrornes“ zu verwandeln.

Man bedürfte des Eises selbst nicht, um Eis zu erzeugen, gewöhnlich aber wendet man es als das wohlfeilste Mittel an. Die süße Mischung wird in eine zinnerne, wohl verschraubte Büchse von cylindrischer, schwach conischer Gestalt gethan, diese in einen hölzernen Eimer gestellt und nun rund herum Eis in kleinen Stücken gelegt und mit Salz bestreut. Hierdurch entsteht ein Bestreben des Eises das Salz aufzulösen, flüssig zu machen, dabei wird Wärme gefordert, Liquefactionswärme; der hölzerne Eimer, ein schlechter Wärmeleiter, kann sie nicht hergeben, so wendet Eis und Salz sich mit einer Zwangsanleihe an die zinnerne Büchse und deren Inhalt, nimmt davon so viel Wärme als nöthig, um in flüssigen Zustand zu kommen; dies ist aber so viel, daß dadurch die Zucker-, Wasser- und Fruchtsaftmischung aufhören muß flüssig zu sein. Solche Mischungen nennt man künstliche Frost- oder Kältemischungen, sie müssen aber gar nicht aus Eis und Salz bestehen, es können auch andere Substanzen gleich und noch stärkere Wirkungen hervorbringen; in der Regel aber ist das Flüssigwerden eines oder zweier Körper die Ursache der Kälte.

Wo man des Gefrorenen in größeren Mengen genießt, als bei uns in mittleren Breiten, wird es fabrikmäßig angefertigt, und dazu setzt man sechs, neun und noch mehr solcher schwach kegelförmiger Büchsen zusammen, wie die Fig. 178 im Grundriß zeigt, wo sechs solcher Büchsen in einem Kreise und drei in der Mitte des Kreises zu einem zusammenhängenden System vereinigt sind. Die Fig. 178 zeigt die Ansicht von unten, dagegen giebt die folgende Figur einen Durchschnitt desselben Werkzeuges, an welchem man sieht, daß die sämmtlichen Kegel oben in ein kreisförmiges, schüsselförmiges Gefäß münden. Durch dieses werden sie mit den süßen und gewürzigen Säften gefüllt, dann schraubt man wie die Figur zeigt, einen Deckel darauf, welcher jedoch sehr genau schließen muß, damit nichts von Außen hinein kommen könne.

Fig. 178.



Dieser Deckel hat vier Arme von Metall, welche sich nach der Mitte zu über den Deckel in eine Axe vereinigen, ebenso ist dieser gegenüber an dem Fuß des Instruments eine kürzere Axe befestigt. Um diese beiden

Punkte soll dasselbe in horizontaler Richtung gedreht werden, dazu ist oben an der Axe eine Curbel befestigt und ein Mensch muß die Arbeit des Drehens übernehmen.

Fig. 179.



Wo nun das Eis an sich eine Rarität ist, wie in Italien, woselbst, wenn etwa einmal Schnee fällt, die Kinder jauchzend auf die Straße laufen, entzückt rufen: „del gelato“ (Gefrornes) und sich mit offenem Munde hinstellen, um die fallenden Flocken aufzufangen — da bedient man sich nicht des Eises, um Eis zu machen, sondern des Wassers und eines darin zerfließenden Salzes.

In einen Eimer, in dessen Boden eine Vertiefung für die untere, in dessen Deckel eine Oeffnung für die obere Axe ist (Fig. 180), gießt man Wasser so kalt man es bekommen kann, also frisch aus dem Brunnen, bis etwa zur Hälfte. So viel als dieses Wasser wiegt, so viel salpetersaures Ammoniak, vorher gepulvert, setzt man dazu, und stellt nun den Apparat mit den neun Kegeln hinein und beginnt denselben langsam zu drehen, bald nach einer Richtung, bald nach der anderen.

Fig. 180.



Die Bewegung befördert die Auflösung des Salzes, und je schneller sie geschieht desto kräftiger ist die Wirkung. Von einer Temperatur von 10 Grad über Null sinkt das Gemisch bis auf 16 Grad unter Null und sehr bald erstarrt die Masse süßer Fruchtsäfte in den kegelförmigen Gefäßen und zwar um so schneller je dünneres Blech man dazu genommen hat. Versteht man die Arbeit gut, so kann man in derselben Lösung zwei solche Apparate hinter einander zum Gefrieren bringen, natürlich muß der zweite schon gefüllt sein, damit er in [redacted] blick eingesetzt werden könne, in welchem der andere heraus[redacted] Das Ammoniaksalz gewinnt man durch Abdampfung immer [redacted] hier nach Graham-Otto abgebildete Apparat ist von [redacted] den oder wenigstens angegeben worden.

Sehr wirksame Kältemischungen sind folgende, [redacted] reits gedachten, von denen Schnee und Kochsalz die [redacted] —18 bringt.

Acht Theile Glaubersalz gepulvert, mit fünf Theilen Salzsäure übergossen, bringt einen Temperaturunterschied von 30° hervor. Das Gemisch sinkt von 12° über Null auf 18° unter Null.

Gleiche Mengen von Schnee und trocknem salzsaurem Kalk sinken von 0° auf — 45; dies ist die stärkste Mischung. Wir kommen mit zwei anderen noch einige Grade tiefer, aber müssen auch niedriger anfangen; nämlich: gleiche Gewichte Schnee und verdünnte Schwefelsäure bei —7° vermischt, kommen auf —51° und ein Theil Schnee mit zwei Theilen krystallisirtem salzsaurem Kalk bei einer Temperatur von —18° gemengt, bringt die Temperatur auf —55° hinab.

In Italien handelt man mit dem Schnee des Aetna, welchen man jedoch nur zum Abkühlen der Getränke braucht; er ist dabei theuer und deshalb nicht gerade dem Lazzaroni zugänglich, der sein Wasser aus den übrig gebliebenen Wasserleitungen, deren Trümmer noch die Größe des ehemaligen Rom andeuten, trinkt, ohne seinen Krug in den Schnee zu stellen. Es wäre aber wünschenswerth, statt dieses mit Asche vermischten Schnees, reines Eis zu haben, welches man in Stücken gleich in den Wein werfen könnte, ihn gleichzeitig kühlend und verdünnend, wie es der Südländer liebt. Diesem Bedürfniß könnte der Schweizer und Tyroler abhelfen, denn das Eis ihrer Gebirgsbäche ist vollkommen rein; allein es scheint, als seien sie dazu zu indolent. Eis kommt, da es ihnen die nächsten Nachbarn nicht liefern, von Nordamerika in ganzen Schiffsladungen nach Italien; aber nicht dahin nur, sondern nach dem tropischen Amerika, nach den Antillen und nach Brasilien, ferner noch viel weiter, nämlich nach Ostindien, wohin zu gelangen es zweimal den Aequator passiren muß.

Dieser an Ort und Stelle werthlose Handelsartikel, welcher in Amerika so gut wie im nördlichen Europa nur dadurch Preis erhält, daß man Leute braucht, welche ihn holen, wird durch die Reise nach Ostindien so werthvoll, daß er die Leute, die mit ihm handeln, in kurzer Zeit reich macht.

Auf den großen Süßwasserseen von Nordamerika wird, wenn der Winter weit genug vorgerückt ist und man eine Eisdecke von 18 Zoll hat, das Eis in Streifen von einer Elle Breite mit einer Eissäge geschnitten und auf das Land gebracht, wo es bald noch eine viel niedrigere Temperatur annimmt, als auf dem Wasser liegend.

Es wird, nachdem es ganz abgetrocknet ist und vielleicht eine Temperatur von 15 bis 20 und mehr Grad unter Null bekommen hat, in die Eismagazine gebracht, welche aus Holz, aber mit doppelten Wänden, gebaut sind, so daß die zwischen den beiden Wänden befindliche Luft der schlechte Wärmeleiter ist, welcher die äußere, höhere Temperatur verhindert in das Innere zu dringen.

Die Eisblöcke liegen demnächst nicht auf dem Erdboden, sondern auf dicken Lagen von Stroh und ebenso sind sie auch bedeckt und von den Seitenwänden getrennt. Sie werden nun auf Schlitten bis an das Meer gebracht und in die Schiffe verpackt; hier unter der steten Vorsicht, daß nirgends das Eis die Wandung des Schiffes berühre, sondern daß reichliche Strohfütterungen, wenigstens einen Fuß dick, sie von allen Seiten umgebe. Das Eis, welches man im Winter abschickt, kommt so wie es ist in den Schiffsraum; da es aber in Indien und in Brasilien oder auf den Antillen immer warm ist, man also zu jeder Jahreszeit Eis dahin schaffen will, so wird man es auch im Sommer verladen und verschicken müssen. Das hierzu bestimmte Eis wird in Kisten gepackt und diese Kisten stehen in anderen größeren Kisten, deren größerer Raum durch Hexel ausgefüllt ist. So werden die Eismassen in doppelter Umhüllung auch während des Sommers zu den Schiffen gebracht und machen dann den Weg nach Indien, und zwar ist der Verlust an Gewicht in der Regel nur ein Viertheil, so daß trotz zweimaligen Durchschneidens der Linie und einer Sommerreise durch die heißesten Erdstriche noch drei Viertheil der Waare verkäuflich an Ort und Stelle ankommt.

Dieses Eis hat nun den großen Vortheil vor allem anderen, daß es vollkommen rein erhalten, unmittelbar in das Getränk gelegt werden kann. Dasjenige, was wir in unseren großen Städten nicht nur bei den Conditoren finden, welche darauf angewiesen sind mit Hülfe desselben ihre Confitüren zu bereiten, sondern dasjenige, welches man bei allen Fleischern in dazu gemauerten Eiskellern sieht, ist unreinlich und kann zu solchen Zwecken nicht verwendet werden, es dient nur, um äußerlich um die Wein- oder Wasserflaschen gelegt zu werden und denselben seine eigene Temperatur mitzutheilen.

Wasserstoffsuperoxyd (oxydirtes Wasser). HO_2.

Außer der allgemein bekannten einen Oxydationsstufe des Wasserstoffes, von welcher der vorige Abschnitt handelte, entdeckte Thenard im Jahre 1818 noch eine zweite Oxydationsstufe desselben, die er oxydirtes Wasser nannte, welches jetzt aber viel besser und wissenschaftlicher, Wasserstoffsuperoxyd genannt wird.

Dieser Körper kommt, so viel wir wissen, in der Natur nicht v
muß durch sehr künstliche Proceduren und Umwege gewonnen werd
hat jedoch so interessante Eigenschaften, daß es der Mühe wohl loh
näher zu betrachten; vor allem ist durch denselben die Contacthypoth
einer gewissen Festigkeit erhoben worden, man sieht an diesem K
nämlich, daß es möglich sei andere Körper durch bloße Berührung mi
selben zu verändern, zu verwandeln, ohne daß der verwandelnde K
selbst irgend etwas von seinen hohen Eigenschaften einbüßt, so daß hie
nachgewiesen wäre, wie die Berührung zweier Körper allein genüg
gewisse Erfolge hervor zu bringen.

Pelouze und Fremy geben über die Darstellung und die
schaften des oxydirten Wassers das Folgende an:

Man erhebt das Bariumoxyd zum Bariumsuperoxyd, indem ma
zur Bereitung von großen Mengen Sauerstoff verfährt; man erh
einer Porzellanröhre den Baryt zum dunkelrothen Glühen und führt
durch ein Gebläse einen continuirlichen Strom atmosphärischer Luft d
hin, wodurch aus dieser der Sauerstoff abgeschieden, mit dem Ba
Bariumsuperoxyd verbunden wird, indeß der Stickstoff von dem Sau
getrennt, frei durch die Röhre geht.

Wie nun in dem oben S. 161 beschriebenen Verfahren das S
stoffgas für sich von dem Bariumsuperoxyd getrennt werden kann, s
mag man diesen Sauerstoff auch auf andere Körper zu übertragen
geschieht am Wasser auf folgende Weise:

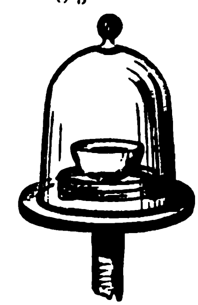
Das Doppeloxyd des Bariums verreibt man in einem Achat
möglichst fein, unter Zusatz von etwas Wasser, bis eine klare Flü
daraus entstanden ist. Diese bringt man in kleiner Portion in d
oxydirende Wasser, welches man vorher mit etwas Salzsäure verset
in ein Glasgefäß in Eis gestellt hat. Die Mengung mit dem Sup
geschieht langsam und unter stetem Umrühren mit einem Glasst
Hierdurch wird nach und nach das Prägment aufgelöst, allein da da
riumsuperoxyd selbst keine Base ist, die sich mit der Salzsäure ver
so muß diese letztere erst einen Antheil des Sauerstoffes aus dem B
superoxyd verjagen, um es zu Bariumoxyd zu machen — dieser S
Sauerstoff, mit welchem man vorher das Oxyd beladen, überladen
ist es, der im Augenblick der Entstehung von dem Wasser aufgen
wird und dasselbe oxydirt.

Die Operation hat jedoch erst eine kleine Quantität oxydirtes W
geliefert, welches in dem übrigen Wasser aufgelöst ist. Um diese Qu
zu vermehren, könnte man eine Salzsäure hinzusetzen und neues B
superoxyd darin auflösen, allein man würde dann zu stark gesä

Wasser erhalten; man vermehrt daher die Säure nicht, sondern sucht sie aus ihrer Verbindung mit dem Oxyd des Bariums zu scheiden. Deshalb setzt man langsam Schwefelsäure in kleinen Quantitäten zu, diese verbindet sich sofort mit dem Bariumoxyd zu schwefelsaurem Baryt, welches im Wasser unauflöslich ist und sich niederschlägt — die Salzsäure aber wird frei und kann abermals das Doppeloxyd aufnehmen und den überschüssigen Sauerstoff an das Wasser abtreten.

So concentrirt man die Lösung immer mehr, indessen man wiederum nach und nach den schwefelsauren Baryt durch das Filtrum von der Lösung trennt.

Fig. 181.



Man erhält schließlich eine sehr concentrirte Lösung von oxydirtem Wasser in gewöhnlichem Wasser, und um dieses letztere zu entfernen bedient man sich der bereits S. 122 angegebenen Abdampfungsmethode durch Schwefelsäure; man stellt die Schaale mit dem oxydirten Wasser auf eine Schaale mit Schwefelsäure, beides aber unter die Glocke einer Luftpumpe, durch welche die Luft aus jener entfernt wird. Im luftverdünnten oder gar im luftleeren Raume geht die Verdunstung mit ungemeiner Schnelligkeit vor sich, da aber die concentrirte Schwefelsäure das Wasser mit größerer Begier aus dem umgebenden Raum in sich aufnimmt, so wird die Glocke so ununterbrochen des Wasserdampfes entleert, wie sie aus dem Gefäß mit oxydirtem Wasser wieder gefüllt wird und endlich ist eine durchsichtige, syrupsdicke Flüssigkeit übrig, das concentrirte Wasserstoffsuperoxyd.

Dieses Product der Kunst, diese mühsame Zusammenstellung zweier Stoffe in einem anderen Verhältniß als die Natur angeordnet hat, ist schwerflüssig, ohne bemerkbaren Geruch, doch von einer eigenthümlichen Wirkung auf das Geschmacksorgan. Man kann nämlich von dieser Substanz durchaus nicht sagen: sie schmecke hiernach oder darnach — sie schmeckt nicht bitter, nicht sauer, nicht süß — der Eindruck ist der einer Verletzung, doch auch wieder eben so wenig ein Stechen als ein Brennen oder Beißen, vielleicht ist der beste Vergleich der mit der Wirkung einer scharfen, neuen Feile, ein schrumpfendes Gefühl von höchst unangenehmer Art und nicht ganz geringer Dauer. Es giebt Birnen, deren Saft so zusammenziehend ist, daß sie davon den Namen „Würgebirnen" erhalten haben; wären diese Birnen nicht doch zugleich süß, so würde man sagen können, das sei das Gefühl, welches, nur in höchstem Maße gesteigert, ein Tropfen des oxydirten Wassers auf der Zunge hervorbringt.

Die Haut empfindet etwas ganz Aehnliches, worin ein Beweis dafür

liegt, daß es nicht eigentlich das Geschmacksorgan sei, welches afficirt wird, wenn Wasserstoffsuperoxyd auf die Zunge kommt, denn mit der oberen Fläche der Hand schmeckt man weder Portwein noch Chesterkäse, und wenn etwas auf der Zunge und auf der Hand dieselbe Empfindung erregt, so kann diese Empfindung wenigstens nicht Geschmack sein. Eine Wirkung, welche den Experimentirenden gewöhnlich erschreckt, ist daß dieses Präparat einen weißen Fleck auf der Hand zurückläßt, wie ein Aussatzgeschwür; allein diese Veränderung der Haut vergeht nach einiger Zeit wieder ohne bemerkbaren Nachtheil, ob aber das gänzliche Benetzen des thierischen Körpers nicht doch eine solche Degeneration dieses mächtigen und großen Organs hervorbringen würde, daß Krankheit oder Tod die Folge wäre, wie bei sonstiger Verletzung der Haut in einer großen Ausdehnung, ist noch nicht untersucht worden.

Die Dichtigkeit oder Schwere des Wasserstoffsuperoxydes beträgt nur die Hälfte mehr als die des Wassers, nämlich 1,45, der Kälte ausgesetzt ist es keiner Veränderung unterworfen, selbst bei 30° unter Null gefriert es noch nicht; dagegen ist es durch die Wärme um so leichter zersetzbar; gut concentrirt, d. h. völlig wasserfrei, genügt eine Temperatur von 15° um ihm seine zweite Portion Sauerstoff nach und nach zu entziehen und bei 20° entweicht derselbe ganz und nur Wasser bleibt übrig. Bringt man das oxydirte Wasser plötzlich in eine höhere Temperatur, so entsteht eine Explosion, indem der Sauerstoff so massenhaft luftförmig wird, daß er die Gefäße zertrümmert.

Wenn dagegen die Concentration nicht vollständig ist, wenn noch etwas Wasser damit verbunden, so erträgt es eine Temperaturerhöhung bis auf 50°, bevor eine Zersetzung eintritt.

Mit dem Wasser vermischt es sich in der Kälte in jedem Verhältniß, bringt man eine beliebige Quantität davon in Wasser, so sinkt es darin sichtbar zu Boden, wie eine Zuckerlösung, vom Boden aus vertheilt es sich nach und nach im Wasser.

Die Contactwirkung, von welcher wir oben sprachen, zeigt sich bei diesem Körper in einem auffallenden Grade; eine Menge verschiedener Substanzen: Gold, Silber, Platin, Wismuth, Blei, im gefeilten oder noch feiner vertheilten Zustande zu dem oxydirten Wasser gethan, zersetzen dasselbe — ebenso geschieht es durch die Kohle, durch Braunstein, durch verschiedene alkalische Hydrate und selbst der Faserstoff einer thierischen Substanz zersetzt das oxydirte Wasser gänzlich, ohne von dieser Zersetzung selbst eine Veränderung zu erleiden.

Wir können uns die Sache ungefähr so vorstellen, und vielleicht ist sie sogar wirklich und vollständig so: Wenn man in sehr kohlensäurehaltiges

Bier gepulverten Zucker schüttet und umrührt, so wird man sehr wohl thun ein Glas zu wählen, welches wenigstens den vierfachen Inhalt von der Menge des angewendeten Bieres hat, denn es entwickelt sich augenblicklich eine solche Menge Kohlensäure in Gasgestalt, daß selbst ein so großes Gefäß, wie das gedachte Glas, von dem Schaum ganz erfüllt werden wird. Das Experiment ist mit Porter, mit Weißbier und mit kohlensäurehaltigem Wasser gleichfalls, leicht gemacht, und da der Zucker hierbei unverändert bleibt, seine Wirkung übt so lange er unaufgelöst ist, so ist es wahrscheinlich die Berührung der kohlensäurehaltigen Flüssigkeit mit all den einzelnen Körnchen desjenigen, was der Gasart Gelegenheit giebt sich so rapid zu entwickeln. Nachdem das Experiment vorüber, findet man den Zucker zwar aufgelöst, in dem Bier oder dem Selterswasser aber ganz unverändert, weder chemisch gebunden noch verwandelt. Daß es ferner der Zucker als solcher nicht sei, der diese Wirkung hervorbringt, ergiebt sich daraus, daß eine concentrirte Auflösung davon nicht die mindeste Wirkung macht und daß ein großes Stück Zucker, welches man vorher benetzt und dann in das Bier legt, oder daß fein gepulverter Zucker, den man in einem großen zusammenhängenden Klumpen, etwa in einem Löffel, behutsam in das Bier bringt, ohne durch Umrühren desselben Gelegenheit zu vielfältiger Berührung seiner Körnchen mit der Flüssigkeit zu geben, diese Wirkung durchaus nicht hat.

Ebenso kann man ziemlich abgestandenen Champagner noch einmal zum Aufschäumen bringen, wenn man mit einer Brodrinde darin rührt. Auch hier scheint nur der Contact das Wirksame zu sein; in Milch, in Kaffee, kann man so viel gestoßenen Zucker schütten als man irgend will, eine Gasentwickelung wird dabei nicht stattfinden; Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff sind in diesen Substanzen viel zu fest gebunden, mit einander vereint, als daß die bloße Berührung mit anderen Körpern die Verbindung trennen könnte; nicht so mit den kohlensäurehaltigen Flüssigkeiten: Bier, Wein, Sauerwasser, welche durch die bloße Berührung mit dem Glase, in dem sie stehen, schon ihre Kohlensäure in solchem Maße abgeben, daß sie als die Substanzen, welche sie sein sollen, verderben — d. h. schaal werden.

Ist es nun so, wie der Verf. vermuthet, daß die locker gebundene Kohlensäure wirklich durch die Contactwirkung der gepulverten Substanzen, ja der Wände des Glases allein schon gelöst wird, so ist das Wunder, welches Thenard aus der analogen Erscheinung bei dem oxydirten Wasser macht, so groß gar nicht, und daß dasselbe sich zerlegt blos dadurch, daß man es in einem offenen Glase stehen läßt, zerlegt in Wasser- und Sauerstoff, ist gar nichts Apartes, denn auch das Selterswasser oder der Cham-

pagner, oder das geistreiche und wohlschmeckende Bier, zerlegt sich auf selbe Weise in Wasser, Wein, Bier 2c. ohne Kohlensäure und daran gesonderte Kohlensäure.

Daß eine so sauerstoffreiche Substanz, wie das oxydirte Wasser, leichten Metalle: Calcium, Calium, Natrium 2c. sehr schnell oxydire sehr begreiflich, das geschieht ja schon durch das gewöhnliche Wasser, sollte es durch die höhere Oxydationsstufe desselben nicht geschehen; a man hat auch den Strontian, den Kalk (bereits oxydirte Metalle), Zinkoxyd, das Kupferoxyd, das Nickeloxyd durch das oxydirte Wasse Hyperoxyde verwandelt, Oxydationsstufen der gedachten Metalle gebi welche in der Natur entweder nicht vorkommen oder wenigstens noch gekannt sind.

Sehr viel auffallender als diese natürliche Erscheinung ist eine an Mehrere Metalloxyde, wenn sie in Pulverform mit dem oxydirten W in Berührung gebracht werden, zersetzen nicht nur das Wasserstoffsuperc sondern sich selbst, der Verf. würde sagen: es sind die Oxyde der e Metalle — derjenigen, welche ohne Zusatz von Kohle, lediglich durch hitzung aus ihren Oxyden reducirt werden, also des Goldes, Sill Quecksilbers, des Platins, allein es gehört auch das Bleioxyd, die Me dazu, eine solche Regel also läßt sich nicht geben; fernere Untersuchu würden vielleicht auch noch andere Substanzen auffinden lassen, welche l her gehören, wie schon umgekehrt deutsche Chemiker die Behauptung louzes, daß Bleioxyd sich selbst dabei zersetze, in Abrede stellen und haupten es bliebe völlig unverändert. Bei allen diesen Versuchen man übrigens so vorsichtig sein wie bei den Knallpräparaten, von d wir später sprechen werden; denn die Sauerstoffentwickelungen aus e oder aus beiden Körpern sind stets mit Explosionen verbunden, welch fährlich werden, so wie man größere Mengen als einige Gran oder e Tropfen anwendet. Ist das oxydirte Wasser jedoch mit Wasser verdi so ist von einer Gefahr keine Rede mehr; die Desoxydationen gehen sehr still und ruhig von Statten; allein die Experimente verlieren auc Lebhaftigkeit und, für den Zuschauer namentlich, an überzeugender K

Sobald zu dem concentrirten oder verdünnten Wasserstoffsuper eine Säure gesetzt wird, auch nur in geringer Menge, so hören die bi beschriebenen Wirkungen, Zersetzungen 2c. auf, sobald man aber wieder zugesetzte Säure durch irgend eine Basis neutralisirt, tritt die Zersetzu fähigkeit oder die wirklich begonnene Zersetzung auch wieder ein. Hat z. B. Silberoxyd in die verdünnte Flüssigkeit gethan und findet in f dessen eine starke Sauerstoffgasentwickelung statt, so wird dieselbe plö unterbrochen, wenn man nur eine geringe Menge Schwefelsäure dazu

allein die unterbrochene Wirkung tritt augenblicklich wieder ein, wenn man die Schwefelsäure durch irgend eine Base neutralisirt.

Es wäre wohl von Wichtigkeit eine Methode zu haben, dieses Wasserstoffsuperoxyd wohlfeiler und leichter darzustellen. Mitscherlich giebt außer dem Bariumsuperoxyd noch das des Strontiums, Calciums, Natriums und Kaliums als Hülfsmittel zur Darstellung des oxydirten Wassers an; allein mehrere dieser höheren Oxydationsstufen erhält man erst durch oxydirtes Wasser. Diese Schwierigkeit macht, daß man dieses Präparat kaum in den Vorlesungen zu sehen bekommt, in der Technik aber noch gar nicht anwendet, und doch wäre es von großer Wichtigkeit dieses zu können; z. B. bleicht man mit Wasserstoffsuperoxyd viel besser als mit dem anderen künstlichen Bleichmittel, dem Chlor. Die Wirkung ist an sich dieselbe, allein es bildet sich keine Säure; die gebleichten Stoffe werden also nicht zerstört, wie dies bei der Chlorbleiche so leicht eintritt, auch wenn man dasselbe noch so sorgfältig aus den Zeugen zu waschen sucht.

Zur Wiederbelebung alter Gemälde aber scheint dieses Wasserstoffsuperoxyd ganz besonders geeignet und durch kein anderes Mittel zu ersetzen, wenigstens hat Chlor eine viel weiter greifende Wirkung, welche man gar nicht beabsichtigt, indeß, so viel man bis jetzt erfahren, das oxydirte Wasser sich allein gegen das verdunkelte Bleiweiß wendet. Das Schwefelwasserstoffgas verbindet sich sehr begierig mit dem Kohlenstoff des Bleiweißes und reducirt dasselbe, daher man die Thüren der geheimen Gemächer niemals mit Bleiweis anstreicht. Geschieht es, so werden dieselben bald braun und dunkeln immer mehr nach, und bekommen eine bläuliche Lasur, welche von dem an der Oberfläche vollständig reducirten Blei herrührt.

Nun ist der gedachte Ort allerdings nicht für Tizians und Guido Reni's bestimmt, allein Wasserstoffgas und Schwefelwasserstoffgas entwickeln sich nicht allein dort, sondern an vielen anderen Punkten und wo immer dasselbe mit dem Bleiweiß eines solchen Gemäldes zusammen kommt, findet eine Verdunklung statt, welche im Laufe der Jahrhunderte endlich so weit gehen kann, daß grade die hellsten Stellen ganz schwarz werden und man in dieser Entstellung das Bild gar nicht mehr erkennt, gar vielleicht nicht weiß und nicht ahnet, welchen Schatz man besitzt.

Hier ist nun das oxydirte Wasser im sehr verdünnten Zustande, also z. B. so, wie es bei dem ersten Eintragen von Bariumsuperoxyd in das mit Salzsäure versetzte Wasser entsteht, von ganz vortrefflicher Wirkung. Das Schwefelwasserstoffgas hat aus dem Kohlenstoffblei Schwefelblei gemacht, die Waschung mit oxydirtem Wasser verwandelt wiederum dies Schwefelblei in ein Sulfat des Bleies, welches so weiß ist als das Bleiweiß. Man hat an einem vortrefflichen Raphael in Paris die

gelungensten Versuche gemacht — das Bild war ganz unkenntlich geworden, er sah beinahe einem negativen Lichtbilde gleich, denn die dunklen Stellen, in deren Farben kein Bleiweiß gemischt gewesen, waren unverändert geblieben, die hellen waren aber um so dunkler (und zuletzt ganz schwarz) geworden, als sie ursprünglich heller sein sollten; mithin mehr und mehr Bleiweiß beigemischt enthielten, so daß nun der Schatten lichter erschien als die Lichtparthien. Das Gemälde war in Italien angekauft worden — dort wird allerdings Schwefelwasserstoffgas überall in Menge entwickelt und da die Paläste der reichsten Leute wie die Hütten der Armen nach und nach in der großen physischen und moralischen Cloake versinken, welche man Rom, oder Neapel, oder Florenz nennt, so ist es kein Wunder, wenn das Schwefelwasserstoffgas die Häuser von unten bis oben durchzieht, die Damen angenehm blaßgrün und die Gemälde schwarz färbt. Die Restauration des gedachten Gemäldes und mehrerer anderer gelang vollkommen und ist auch in Norddeutschland mit Glück wiederholt worden; nur ist, wie bereits bemerkt, die Darstellung des oxydirten Wassers noch zu schwierig, um eine recht häufige Anwendung desselben zu technischen Zwecken zu gestatten.

Wir hätten hier noch von dem Meerwasser an verschiedenen Stellen und von den Mineralwassern zu sprechen; doch kommen darin zu viele Körper vor, die wir noch gar nicht kennen, so daß es besser scheint, erst diese kennen zu lernen und dann ihr Eingehen in den Haushalt der Natur zu betrachten, als alles dieses zu anticipiren, als bekannt voraus zu setzen, was erst beigebracht werden soll. Es ist überhaupt in der Chemie unmöglich nur vom Bekannten zu dem Unbekannten vorzuschreiten, wie dies z. B. die Mathematik gestattet, die ganz consequent darin ist und nicht ein Wort, nicht einen Begriff anwendet, wenn derselbe nicht vorher festgestellt ist. Da bei der Chemie dies an sich unmöglich ist, und schon in einer Art von Nothwendigkeit Vielem vorgegriffen werden muß, welches man lieber vorläufig unberührt ließe, wenn es ginge, so muß man wenigstens diesen Uebelstand nicht noch unnöthig vermehren.

Der Stickstoff (Nitrogen). N.

So wie das Meer der Hauptbehälter des Wasserstoffes ist, so ist die Atmosphäre der Hauptbehälter des Stickstoffes. Die Entdeckung desselben

fällt mit der des Wasserstoffes, der Kohlensäure ꝛc. nahe zusammen und gehört der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts an; daß die Luft zum größten Theile daraus bestehe, wußte man nicht. Der engländische Physiker Rutherford machte Versuche über das Athmen der Thiere in verschlossenem Raume und fand, daß dieselben dabei verschiedene Gasarten entwickelten. Die in solch einem Raume vorhandene Kohlensäure entfernte er durch Kalkmilch und bemerkte, daß in der übrig bleibenden durchsichtigen, geruch- und geschmacklosen Luft, kein Thier mehr leben könne. Er glaubte, es sei eine von dem Thiere hergegebene eigenthümliche Gasart und weil in derselben kein Thier leben konnte, nannte er dieselbe Azot (von dem griechischen a ohne und zoe Leben, ohne Leben). Scheele und Lavoisier entdeckten später, daß dieses Gas nicht ein neu gebildetes, sondern ein in der atmosphärischen Luft vorhandenes sei, und daß man es nicht zu machen oder zu gewinnen, sondern nur aus der atmosphärischen Luft abzuscheiden brauche. Nun hat die Chemie aber keine Körper, die zu dem Stickstoff eine so große Verwandtschaft hätten, als hierzu erforderlich; daher wählt man den umgekehrten Weg, man scheidet das Sauerstoffgas aus und läßt den Stickstoff übrig, dieses ist um so leichter, als wir eine große Menge von Körpern haben, die sich sehr begierig mit dem Sauerstoff verbinden. Wir haben bereits einen der Wege bezeichnet; wenn man Baryt in dunkelrothes Glühen versetzt und darüber die atmosphärische Luft leitet, so nimmt der Baryt den Sauerstoff der Luft auf und entläßt den Stickstoff beinahe unverändert. Dieses ist eigentlich die allerbeste und sicherste Methode, denn sie lehrt das Stickstoffgas rein und zugleich frei von Wasserdämpfen, ganz trocken darstellen; allein obschon diese Methode eben des Gesagten wegen ihre großen Vorzüge hätte, wählt man sie doch nicht, weil sie zu umständlich ist.

Man hat leichtere, aber nicht bessere Methoden. — Wenn man in einem verschlossenen Raum ein warmblütiges Thier einsperrt bis dasselbe nicht mehr athmen kann, wenn man ein Licht unter gleichen Umständen in einem hermetisch verschlossenen oder durch Wasser abgesperrten Raum brennen läßt bis es von selbst erlischt, so hat man nur den Sauerstoff verzehrt und den Stickstoff übrig; aber leider ist der Sauerstoff nicht vollständig beseitigt und es sind dafür Kohlensäure und Ammoniakdämpfe, Kohlenoxydgas und Oeldampf ꝛc. in den Raum gekommen, und das zurückgebliebene Gas ist ein Gemenge sehr verschiedener Gase, welche zu entfernen zum Theil noch schwerer ist als die Darstellung durch Bariumoxyd.

Es bleibt indessen nichts übrig als solchen Weg einzuschlagen, nur wählt man zu dem verbrennenden Körper einen solchen, dessen Dämpfe möglichst leicht zu beseitigen sind, und da zeichnet sich der Phosphor aus,

weil das Produkt, welches er liefert, die Phosphorsäure, im Wasser leicht löslich ist.

Fig. 182.



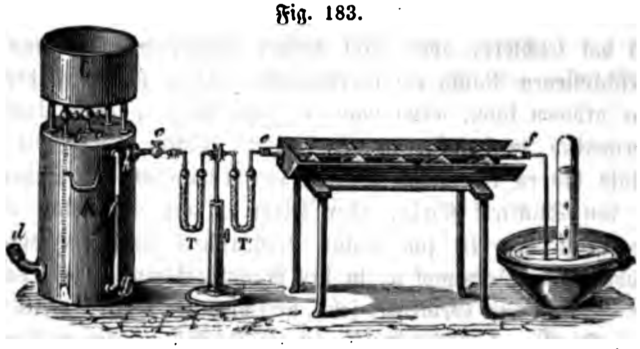
Auf ein Schüsselchen, welches mit seinem Inhalt auf Wasser schwimmt, von Porzellan mit einem nicht gar zu scharf umgebogenen Rande, legt man ein kleines Stückchen Phosphor und zündet dasselbe an. Alsbald deckt man, wie Fig. 182 zeigt, eine Glasglocke darüber und läßt den Phosphor unter dieser Bedeckung ausbrennen. Es bildet sich eine Verbindung von Phosphor mit dem Sauerstoff, die einen lebhaft wallenden weißen Rauch erzeugt, der sich jedoch im Wasser sofort und vollständig auflöst, so daß die übrig bleibende Luft nicht durch irgend etwas, als den natürlich unvermeidlichen Wasserdampf verunreinigt ist.

Wenn man nun die eingeschlossene, durch den Verbrennungsprozeß erhitzte Luft hat erkalten lassen und dann das Volumen mißt, so gewahrt man, daß ungefähr ein Fünftheil weniger in der Glocke vorhanden ist. Dieses verschwundene Fünftheil war der Sauerstoff der Atmosphäre, die restirenden vier Fünftheile sind Stickstoffgas in ziemlicher Reinheit.

Auch ohne eigentliches Brennen mit Flamme kann man wenigstens aus einer kleinen Quantität Luft den Sauerstoff entfernen. Man bringt eine trockene Stange Phosphor in die Glocke oder das Probirgläschen mit Luft, welche man durch Wasser sperrt. Der Phosphor oxydirt in dieser Luft und beraubt sie gänzlich des Sauerstoffes.

Eine andere Methode, der Darstellung desselben durch Bariumoxyd, welches in Bariumsuperoxyd verwandelt wird, ganz analog, ist die folgende durch metallisches Kupfer.

Fig. 183.



In einem Gasbehälter A befindet sich atmosphärische Luft, welche man durch ein Rohr ef treiben will, welches, aus schwer schmelzbarem Glase oder aus Porzellan, mit recht feinen Kupferdrehspänen gefüllt ist.

Wenn eine solche Röhre nicht zur Hand ist, so kann man jede beliebige, hinlänglich dicke Glasröhre nehmen falls man sie außen nur gut mit Lehm beschlägt; ein Mittel, dessen man sich häufig bedient um Glasretorten oder Kolben, die man frei in das Feuer legen will, gegen das Zerschmelzen zu schützen. Man rührt gewöhnlichen Töpferlehm mit Wasser zu einem dünnen Brei an und trägt mit einem Borstenpinsel diesen Lehm auf das Glas, nach dem Trocknen muß man dieses noch einmal wiederholen. So geschützte Gläser halten eine große Gluth aus.

Der Gasbehälter enthält atmosphärische Luft, welche durch den Hahn c daraus vertrieben werden kann, was dadurch geschieht, daß man in das Gefäß C Wasser gießt und es durch den Hahn b und das daran befindliche Blechrohr in das Innere des Gasbehälters gelangen läßt. Diese, wie alle atmosphärische Luft ist mit etwas Kohlensäure verunreiniget, auch ist sie mit Feuchtigkeit beladen, weil sie mit Wasser in Berührung ist, beides muß man fortschaffen, wenn man reines Stickstoffgas haben will. Es geschieht durch solche Substanzen, welche sich sehr begierig mit einem oder dem anderen verbinden. Man läßt die Luft durch Röhren T und T′ strömen, bevor sie in die mit Kupfer gefüllte Röhre gelangt. In diesen beiden gekrümmten Röhren befindet sich: in der ersten klein gebrochener Bimsstein mit concentrirter Auflösung von Aetzkali benetzt; in der anderen entweder gleichfalls Bimstein mit concentrirter Schwefelsäure befeuchtet, oder, was besser ist, trockner Chlorkalk. Diese beiden Substanzen sind sehr begierig nach Feuchtigkeit und nehmen dieselbe auf wo sie ihnen begegnet, also hier, wo dieselbe dicht an ihnen vorbei streift, gewiß. Der Kalk ist besser, nicht nur weil er energischer wirkt, sondern auch weil er nicht dafür Schwefelsäure entläßt, welche, wenn auch noch so wenig — doch immer verdampft.

Nachdem die Luft durch die erste Röhre T gegangen und darin ihre Kohlensäure an das Aetzkali abgegeben, dann durch T′ gegangen und darin ihre Feuchtigkeit abgegeben hat, geht sie trocken und rein durch die Glasröhre e f über das Kupfer hinweg.

Diese Röhre aber, gefüllt mit den blanken Kupferspänen, liegt in einem flachen Ofen, oder besser gesagt, in einer langen Kohlenpfanne und sie wird dadurch in rothglühenden Zustand versetzt. Sobald der Apparat sich in diesem Zustande befindet, läßt man die Luft aus dem Gasbehälter treten und über das Kupfer streichen. Alsbald nimmt dasselbe den Sauerstoff aus der Luft und verbindet sich damit zu einem Oxyde und nur der Stickstoff in sehr erhitztem Zustande entweicht. Diesen führt man nun durch eine gebogene Glasröhre nach der pneumatischen Wanne oder der Schüssel, welche unsere Figur zeigt und fängt ihn dort auf. So erhält man sehr reines Stickstoffgas und zwar ganz frei von Sauerstoff, indeß das Expe-

riment des Lavoisier, welches dasselbe bezweckt, zwölf Tage dauert und doch nicht reines Gas liefert.

Der gedachte Gelehrte wollte nachweisen, daß die Luft, welche man bis dahin für ein Element gehalten, kein solches, sondern aus mehreren Gasarten zusammengesetzt sei, dazu bediente er sich des schmelzenden Zinnes oder des siedenden Quecksilbers. In eine Retorte A mit sehr langem Sförmig gebogenem Halse brachte er vier Unzen Quecksilber und ließ dasselbe auf einem Ofen MN beinahe bis zum Sieden erhitzen. Das Rohr oder der Hals der Retorte ging unter eine Glocke PQ und mündete bei O über Quecksilber, daß in einem Gefäße RS stand. Nachdem mehrere Tage die Siedhitze erhalten, das Quecksilber immer

Fig. 184.



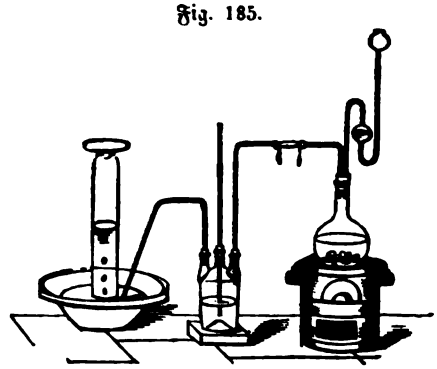
destillirt und wieder zurückgefallen war in die Retorte, an deren Wänden es sich niederschlug, erhob sich das Quecksilber in der Glocke bis L, weil von der Luft unter derselben etwas verzehrt worden war. Es bildeten sich rothe Pünktchen und Schuppen auf dem Quecksilber, und nachdem dieselben sich — während man die Hitze bis zum zwölften Tage unterhalten hatte, nicht ferner vermehrten, unterbrach Lavoisier das Experiment, ließ alles erkalten und maß nun und wog, sowohl die übrig bleibende Luft als das Quecksilber. Dabei ergab sich eine Gewichtsverminderung um ein Sechstel bei der Luft und eine eben solche Volumenveränderung, bei dem Quecksilber aber eine Vermehrung genau um so viel als die Luft verloren hatte und dieser Verlust war mit dem Quecksilber eine Verbindung eingegangen (das rothe Quecksilberoxyd), hatte dasselbe theilweise verkalkt; aus eben diesem Kalk aber ließ sich wieder diejenige Luft abscheiden, welche der früher in der Retorte und der Glocke vorhandenen geraubt worden war.

Lavoisiers Versuch war der erste, aber der unvollkommenste, darum führte er nicht zu einem numerisch richtigen Resultat; allein alle die übrigen bisher angeführten Versuche beruhen doch auf derselben Methode und unterscheiden sich von jenem ersten Versuche nur durch größere Genauigkeit der Resultate.

Ein Anderes ist es mit folgender Art der Gewinnung des Stickstoffgases. Wir lassen hier die Wahlverwandtschaft eintreten, wie bei Abscheidung des Wasserstoffgases aus dem Wasser. Es giebt Körper, die vorzugsweise Stickstoff zur Grundlage haben: Salpeter, die verschiedenen

Salpetersäuren, der Salmiak, das Ammoniak — wenn man einen derselben mit einem Körper zusammenbringt, der zu dem anderen Bestandtheil größere Verwandtschaft hat, als der stickstoffhaltige Körper in sich, so wird ein neuer Körper gebildet werden und der Stickstoff wird entweichen. Dies wird auf folgende Weise bewerkstelligt: In eine Mittelflasche mit zwei oder drei Oeffnungen (statt deren man auch eine Flasche mit weiter Mündung nehmen kann, durch deren Kork zwei Oeffnungen gebohrt und in welche gläserne Röhren luftdicht eingesetzt sind) bringt man eine wässrige Lösung solch einer Stickstoffverbindung; man wählt dazu am besten reines Ammoniak, was eine Verbindung von Wasserstoff und Stickstoff ist.

Fig. 185.



In einen Kolben bringt man gepulverten Braunstein und übergießt ihn mit Salzsäure; der Kolben steht auf einem kleinen Ofen oder über einer Lampe und kann also mäßig erwärmt werden. Die sich entwickelnden Dämpfe sind reines Chlorgas, welches durch die Röhren, die durch kleine Gummischläuche mit einander verbunden sind, in die Mittelflasche treten. Ist die Ammoniakflüssigkeit concentrirt, so geschieht es stets unter einer kleinen Explosion mit Wärme und Lichtentwickelung, doch ohne weitere Gefahr; um jedoch auch die Explosion zu vermeiden, wendet man die Ammoniakflüssigkeit nicht concentrirt, sondern verdünnt an; jedoch muß man sehr darauf sehen, daß Ammoniak stets in größerer Menge da sei, als zersetzt wird, sonst bildet sich eine andere Verbindung als die bezweckte und zwar eine überaus gefährliche, der Chlorstickstoff, durch welche Davy ein Auge und ein Paar Finger verloren hat.

Man bezweckt mit dem gedachten Experiment, daß die Flüssigkeit, welche aus Wasserstoff und Stickstoff besteht und mit Wasser verdünnt ist, ihren Wasserstoff an das Chlor abgebe und damit Chlorwasserstoff, d. h. Salzsäure bilde. Dem Chlor ist es gleich woher es den Wasserstoff bekommt, es würde auch den des Wassers nehmen. Dieses aber ist mit dem Sauerstoff zu Wasser viel zu fest vereinigt, als daß Chlor die Vereinigung trennen sollte, so lange etwas da ist, was sich leichter zersetzen läßt — das ist die Ammoniakflüssigkeit, welche ihren Wasserstoff an das Chlor sofort abgiebt' wodurch denn eben der Stickstoff des Ammoniaks frei wird.

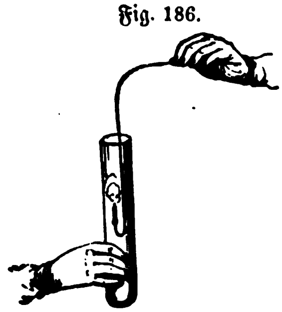
Dieser Stickstoff entweicht in Gasgestalt aus der Mittelflasche und kann unter Wasser aufgefangen werden, wie die Fig. 185 zeigt. Man er-

hält dasselbe in sehr reinem Zustande und es ist beinahe die sicherste und beste Methode zu nennen, wiewohl man es auch aus Salmiak (salzsaurem Ammoniak oder Chlorammonium) sehr gut und noch mit weniger Umständlichkeiten erhält, wenn man Salmiak zerbröckelt in eine Auflösung von Chlorkalk bringt und das sich entwickelnde Gas auffängt. Die Zerlegung ist hier eine ganz ähnliche, es wird dem im Salmiak vorhandenen Ammoniak der Wasserstoff entzogen.

Dasjenige, was auf eine oder die andere Weise gewonnen wird, ist nicht sowohl der Stickstoff (denn diesen kennen wir so wenig im isolirten Zustande, als Wasserstoff und Sauerstoff) als vielmehr **Stickstoffgas**, so genannt, wie man es Azot nennt, weil die Thiere darin **ersticken**. Das Gas ist völlig farblos, durchsichtig, geschmack- und geruchlos, ist auch im specifischen Gewicht der atmosphärischen Luft so nahe gleich, daß man sehr gute Instrumente haben muß, um den Unterschied heraus zu finden. Wenn die Luft nämlich 1,000 wiegt, so ist das Gewicht des reinen Stickstoffes bei gleicher Temperatur und bei gleichem Barometerstande 0,972, d. h. der Unterschied beträgt noch nicht einmal drei Hundertstheile.

Trotz dieser äußeren Aehnlichkeit mit der atmosphärischen Luft unterscheidet es sich doch sehr wesentlich von derselben in seinen physikalischen Eigenschaften. Es ist nicht giftig wie die Kohlensäure, allein es wirkt dennoch tödtlich, weil es den Athmungsprozeß nicht zu unterhalten vermag. Wenn man eine große Glocke mit Stickstoffgas füllt und dahinein ein warmblütiges Thier, eine Maus, einen Sperling setzt, so athmet das Thier ein oder zweimal auf, dann schließt es die Augen und stirbt, nicht wegen der tödtlichen Eigenschaften des Gases, sondern lediglich aus Mangel an Sauerstoff, welcher nun einmal zur Existenz des thierischen Lebens unumgänglich nöthig ist. Eben so wenig wie es den Prozeß des Athmens unterhält, dient es dazu, das Verbrennen anderer Körper zu unterhalten. Wenn man in eine weite Röhre mit Stickstoffgas gefüllt, Fig. 186, ein Licht an einem gebogenen Draht brennend versenkt, so erlicht dasselbe in dem Augenblick, wo der brennende Docht die Oberfläche des Stickstoffgases durchschneidet.

Fig. 186.



Das Stickstoffgas ist ein höchst indifferenter Körper, welcher mit den beiden anderen uns bis jetzt bekannt gewordenen Elementen nur unter ganz besonders günstigen Umständen Verbindungen eingeht, sonst aber auch von allen noch folgenden Elementen nur eine höchst geringe Anzahl als verbindungsfähig auswählt. Wegen dieser sehr geringen Neigung Verbindungen einzugehen, ist der Kör-

in der ganzen technischen Chemie bis jetzt noch auf keine Weise in An- ndung gekommen, wenn er denn nun doch in der Atmosphäre in größter nge vorhanden ist, ohne eine hervortretende, ihn bemerkbar machende irkung auf irgend einen Körper zu haben, so muß man auf den Gedanken nmen, daß er nur da ist um die Effecte, welche der Sauerstoff, wenn er ein die Atmosphäre bilden würde, hervorbringen müßte, zu mäßigen, h. also das Sauerstoffgas zu verdünnen. Alle Lebens-, alle Oxydations- ozesse, das Verbrennen brennbarer Körper, würde ohne den Stickstoff, o innerhalb reinen Sauerstoffgases, mit einer furchtbaren, vielleicht mit er vernichtenden Rapidität vor sich gehen und es ist möglich, daß dieses ne Hauptaufgabe ist.

Verbindungen des Stickstoffes mit dem Sauerstoff.

Die atmosphärische Luft.

O, das ist keine Verbindung des Stickstoffes mit dem Sauerstoff! ft mir der Kritiker entgegen — das ist ein bloßes Gemenge zweier Gas- ten und nichts weiter! Ja, geehrter Herr Kritikus, Sie haben Recht, ist ein Gemenge und nichts weiter; allein da wir bis jetzt nur drei mente kennen gelernt haben und sehen müssen, wie sie sich einigen, so ibt mir nichts übrig um Sauerstoff und Stickstoff zusammen zu bringen, mit der atmosphärischen Luft anzufangen. Wir werden noch andere Ver- dungen von Sauerstoff und Stickstoff kennen lernen, aber diese erste, se Mengung, müssen wir vor allen anderen betrachten, es sei denn, daß e mir einen besser passenden Platz dafür anweisen wollten.

Die atmosphärische Luft ist ein Gemenge von 79 Theilen Stickstoffgas d 21 Theilen Sauerstoffgas. Dies ist der Normalstand. Es ist mög- , daß sich das Verhältniß um ein Hunderttheil ändere, doch dann sind immer äußere, auf einen kleinen Raum beschränkte Motive, die dies vorbringen; im Großen und im Ganzen ist es immer so wie wir ge- t haben.

Zu diesen beiden, in ihren Verhältnissen fast unwandelbar sich gleich ibenden Gasen kommen noch zwei Dampfarten. Die Dämpfe des Wassers d die Dämpfe der Kohlensäure, welche letztere man allerdings lange —

viele Jahre hindurch, als eine beständige Gasart angesehen, welche sich aber als ein zusammengesetzter Körper (wie das Wasser) und als ein Dampf dieses Körpers erwiesen hat; der ganze Unterschied ist, daß die Kohlensäure schon bei 70° unter Null sich verflüchtigt, das Wasser aber erst bei 100° über Null.

Wasser also und Kohlensäure, beide in Dampfgestalt, sind in der Atmosphäre vorhanden, aber in sehr geringen und stets wechselnden Quantitäten. Stickstoff und Sauerstoff finden sich in derselben Menge auf der Spitze des Montblanc und auf der Spitze des Cotopaxi in Mexico — auf den Ebenen von Norddeutschland und in dem 1300 Fuß unter dem Niveau des Meeres liegenden Thale von Sodom und Gomorrha; nicht so mit den beiden Dampfarten, welche im höchsten Grade wechseln, so daß man die Luft bald mit Feuchtigkeit dergestalt überladen findet, daß keine Wäsche darin trocknet, kein Wasser mehr darin verdunstet — bald so trocken, daß ganz benetzte Leinwand in Zeit von einer halben Stunde vollkommen trocken wird — ebenso, daß die Kohlensäure in solchem Maße reichlich vorhanden ist, daß ganze große Thalflächen für alle nahenden Thiere tödtlich sind, wie auf der Insel Java, oder kleinere Stellen, wie in Europa die Brunnenstuben der Quellen von Sauerwassern, in denen atmosphärische Luft vorhanden ist, aber reichlich mit Kohlensäuredampf geschwängert — oder umgekehrt in so geringen Mengen, daß die tödtliche Kohlensäure durch sehr verwickelte und feine Prozesse aufgesucht werden muß und sich dann kaum in einem Bruchtheil eines Zehntausendstels vorfindet. Aus diesen Angaben wird schon allein zur Genüge hervorgehen, daß in dem Begriff „atmosphärische Luft" die Anwesenheit von Kohlensäure und von Wasser keineswegs nothwendig eingehend ist, wiewohl als eine verunreinigende Zugabe beides in der Regel, aber in höchst wechselnder Menge, vorkommt.

Wenn die beiden Dampfarten comprimirbar sind, so ist das keineswegs der Fall mit den beiden Luftarten. Sauerstoffgas und Stickstoffgas hat man bis jetzt noch durch kein Mittel, weder durch Druck noch durch Erniedrigung der Temperatur in flüssigen Zustand versetzen können; man ist mithin so lange, bis dieses gelingt, berechtigt beide Gasarten für permanent, für unwandelbare zu erklären.

Als solche Gase nehmen sie, oder nimmt das Gemenge, aus beiden, welches wir atmosphärische Luft nennen, Theil an allen Gesetzen, die überhaupt für permanente Gasarten gelten. Die atmosphärische Luft ist elastisch ausdehnsam, durchsichtig, in kleineren Quantitäten farblos (in meilendicken Schichten sieht man, daß sie allerdings Farbe hat, blau ist), sie ist schwer, wiegt, hat Masse — sie ist durch Erwärmung ausdehnbar, wie

jedes Gas und überhaupt wie jeder anderer Körper, sowie sie umgekehrt wieder durch Erkältung einen kleineren Raum einnimmt.

Elastische Körper lassen sich zusammendrücken. Dies findet bei den Dämpfen und Luftarten in einem besonders hohen Grade statt. Dämpfe aber, wenn man sie zusammendrückt, ohne zugleich ihre Temperatur zu erhöhen, werden flüssig; permanente Gasarten nicht. Wasserdampf von 100° läßt sich zusammendrücken bis er Wasser von 100° bildet; erhitzt man diesen Dampf aber während des Druckes auf 121°, so würde man doppelt so viel Kraft verwenden müssen, bei 135° dreimal so viel; einem zehnfachen Drucke würde der Wasserdampf noch Widerstand leisten, wenn man ihn auf 181° erhitzte und einen fünfzigfachen, wenn man ihn bis auf 266° brächte; allein bei allen diesen Temperaturen würde er endlich durch einen noch stärkeren Druck doch flüssig, in Wasser verwandelt werden; hätte man z. B. Wasserdampf von 266°, der einem Druck von 50 mal 15 Pfund, also von 750 Pfund auf den Quadratzoll erfolgreich Widerstand leistete, so würde derselbe Dampf bei derselben Temperatur doch zu Wasser von 266° werden, wenn man ihn mit 800 Pfund auf den Quadratzoll belastete.

Nicht so mit der atmosphärischen Luft. Sie leistet zwar auch mehr Widerstand wenn sie erwärmt, als wenn sie erkältet wird; aber in beiden Fällen ist es gleich unmöglich sie zu einer Flüssigkeit zu verdichten. Bei Dämpfen bringt man die Verdichtung immer hervor durch Druck oder durch Erniedrigung der Temperatur; bei Luftarten weder durch das eine noch durch das andere, noch durch beides vereint. Wenn man die Luft in dem Kolben einer Windbüchse bis auf den hundertsten Theil ihres Raumes zusammendrückt, d. h. 100 mal so viel hinein treibt, als unter gewöhnlichen Umständen darin Platz hat, und man alsdann diese so zusammengepreßte Luft einer künstlichen Erkältung bis auf 50 bis 60° unter Null aussetzt, so bleibt sie unverändert Luft, hört nicht auf elastisch, ausdehnsam zu sein.

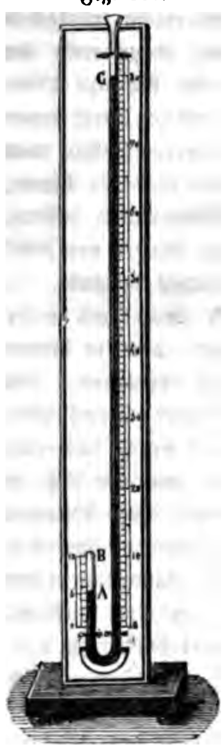
Der französische Physiker Mariotte hat das Gesetz aufgefunden, nach welchem diese Zusammendrückbarkeit unter fortwährender Wirkung der Elasticität statt hat, es wird daher noch jetzt nach ihm das Mariottesche Gesetz genannt.

Wir sehen in Fig. 187 ein umgekehrtes Barometer, ein solches, bei welchem der längere Schenkel offen, der kürzere zugeschmolzen ist (bei dem Barometer findet das Entgegengesetzte statt). Der kürzere Schenkel AB ist voll Luft, der längere wird nach und nach voll Quecksilber gegossen und dabei beobachtet, wie viel sich der Luftraum in dem kürzeren Schenkel verkleinert. Man findet, daß die Luft auf die Hälfte ihres Raumes zusammengedrückt wird, wenn das Quecksilber in dem längeren Schenkel bei C so hoch steht, als der Barometerstand im Augenblick des Experimentes ist.

Um aber eine bestimmte, ein für allemal gültige Zahl zu haben, macht man das Experiment dann, wenn das Barometer auf 28 Zoll steht und alsdann noch in der längeren Röhre so viel Quecksilber enthalten sein muß, daß es 28 Zoll über der Oberfläche des Quecksilbers in dem kürzeren Schenkel steht.

Diesen Druck von 28 Zoll Quecksilber nennt man „eine Atmosphäre" und in der Technologie ist der Ausdruck so allgemein gebräuchlich, daß es ganz zweckmäßig ist, sich damit vollständig vertraut zu machen. Eine Dampfmaschine von so und so viel Atmosphären ist eine Maschine, deren Kessel und Cylinder einen Druck von Innen nach Außen ertragen müssen, welcher gleich ist einer Belastung von so und so viel mal 28 Zoll Quecksilber, auf jeden Widerstand leistenden Punkt. Da dieser auf einen Quadratzoll ungefähr eine Last von 15 Pfund ausmacht, so rechnet man auch hiernach und sagt also: die Maschine ist auf 60 Pfund, auf 90 Pfund Par. Quadratzoll berechnet, d. h. sie kann auf jeden Quadratzoll so viel Druck, also vier oder sechs Atmosphären ertragen.

Fig. 187.



Lange Zeit hat man sich, was die Luft betrifft, mit dem begnügt, was Mariotte selbst aufgestellt hatte; man ist bis auf ungefähr sieben Fuß Quecksilber, d. h. bis auf drei Atmosphären gegangen und hat dann gesagt, bis hierher ist das Gesetz richtig, ob es bei weiteren Versuchen nicht eine Modification erleide, wissen wir nicht. In neuerer Zeit ist man aber dieser Zweifel überdrüssig geworden, hat die Versuche so weit ausgedehnt, daß die Quecksilbersäule 75 Fuß lang wurde und hat das Mariotte'sche Gesetz bis auf 32 Atmosphären vollkommen bestätigt gefunden; so daß man jetzt weiß, wie die Luft sich unter dem Druck von einer zweiten Atmosphäre auf die Hälfte, von einer dritten auf ein Drittel ihrer Ausdehnung reduciren läßt, so durch den Druck einer zwei und dreißigsten Atmosphäre auf den zwei und dreißigsten Theil. Man weiß jetzt etwas Positives über die Elasticität der Luft und die Grenzen, in denen dieses Gesetz gilt, sind so weit gesteckt, daß man es für ein ganz allgemein gültiges annehmen kann.

Die Luft hat Gewicht; wir haben bereits hiervon gesprochen, dürfen also nur noch hinzufügen, daß bei dem Normal-Barometerstande das Gewicht von einem Rheinländischen Kubikfuß 656 Gran, d. h. mehr als 2

$\frac{1}{8}$ Loth beträgt. Natürlich wechselt dieses nach dem Barometerstande darum muß ein bestimmter Stand angenommen werdn. Steigt man einen Thurm, so wiegt die Luft schon weniger; steigt man auf den el des Montblanc, so wiegt sie nur noch halb so viel und da sie sich geringerem Drucke immer mehr ausdehnt, so wird sie in noch größerer e immer noch weniger wiegen — und endlich gar nichts? Nein, so geht es nicht! Schwere gegen die Erde, also Gewicht, behält sie er, wäre es auch noch so wenig.

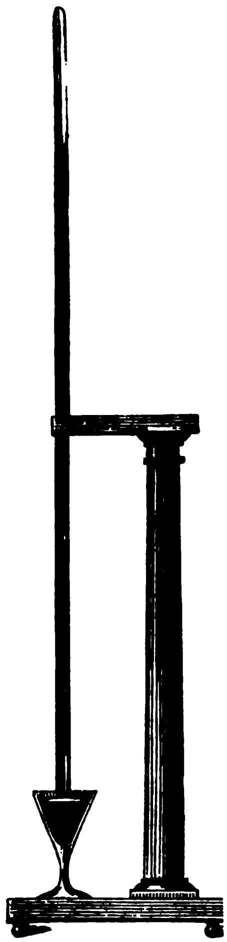
Wäre dieses nicht der Fall, so würde die Atmosphäre von der Erde eichen, sich in den Weltraum zerstreuen; allein durch unzerreißbare de wird sie, wie die der anderen Planeten an ihnen, festgehalten, als Theil ihrer selbst — die Ausdehnung nämlich verringert ihre Masse, Masse der Luft nach den dritten Potenzen, die Schwere nimmt ab nur nach zweiten Potenzen d. h. nach den Quadraten der Entfernung von der Erde. n die Luft unter halbem Druck steht, ist sie nur noch $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ so als ursprünglich. $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ ist ein Viertel, $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$ ist ein Achtel. Die bei der Hälfte ihrer Dichtigkeit ist also auf den achtfachen Raum ausmt, was früher ein Kubikfuß wog, das wiegen jetzt acht Kubikfuß. In er Entfernung, wo die Luft nur noch ein Achtel ihrer ursprünglichen tigkeit hat, ist die Anziehung aber nicht in gleichem, sondern in sehr schwächerem Grade verringert, dort ist sie nur $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$, d. h. ein tel so stark als an der Erde.

In ganz gleicher Weise geht dies fort; wenn die Luft bei zehnfach gerem Druck sich auf $\frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10}$, d. h. auf $\frac{1}{1000}$ ihrer ursprünglichen tigkeit verringert hat, so hat die Anziehung sich nur auf $\frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10}$, d. h. $\frac{1}{100}$ verringert, sie ist also in einem überwiegend günstigen Verhältniß r geblieben, als die Luftmasse dicht geblieben ist, und dies hat zur e, daß endlich die Luft nicht ferner von der Erde fort kann, daß dort iese Grenze (die wir allerdings nicht kennen) sich befindet, eine fernere ehnung nicht mehr möglich, daß dort nichts anderes auf die Luft drückt die Schwere, vermöge deren sie an der Erde haftet und daß also dort uft selbst, die Atmosphäre, so gut eine Oberfläche hat als das r eine hat.

Daß es so sei, unterliegt keinem Zweifel und es ist leicht zu beweisen da- , daß die Luft schwer ist — würde sie sich von der Erde entfernen , so würde sie nicht gegen diese schwer sein, nicht gegen diese drücken. e Schwere ist aber vorhanden und ist meßbar: die Waage welche wir haben, heißt „Barometer" und ist von Torricelli erfunden worden. rünglich bestand dieses Barometer in einer 30 Zoll langen Röhre, e an einem Ende zugeschmolzen, am anderen offen, mit Quecksilber

gefüllt, dann umgekehrt und mit dem offenen Ende in ein Gefäß mit Quecksilber gesetzt wurde, wie Fig. 188 zeigt. Dabei sank das Quecksilber nicht, wie Torricelli erwartete, bis zu dem Stande herab den es in dem äußeren Glase hatte, sondern es blieb oben an dem leeren Raum, in einer Höhe von ungefähr 28 Zoll hängen. — Das war der Abscheu der Natur vor dem leeren Raum, der aber sonderbarer Weise nicht weiter geht als bis auf 28 Zoll Quecksilberhöhe — weiter hinauf hat die Natur keinen Abscheu mehr vor dem leeren Raum.

Fig. 188.



Torricelli war so gescheut und so glücklich die rechte Ursache sofort zu finden und er theilte dieses einigen seiner gelehrten Freunde mit, welche auf mehr und minder hohen Bergen Versuche anstellten und seine Ansicht vollkommen bestätigt fanden, die nämlich, daß die Luft Gewicht habe, daß sie auf sich selbst drücke mit dem Antheil, der über dem jedesmaligen Standpunkt des Meßinstrumentes befindlich und daß dieser Druck um so geringer sei, je höher man damit gehe, d. h. je weniger Luft noch über der Quecksilberwaage befindlich.

Die bis in die neueste Zeit fortgesetzten Versuche haben den ausgesprochenen Lehrsatz, den wir oben anführten, vollständig bestätigt. Gay Lussac ist bis auf 22000 Fuß, nach anderen Angaben gar bis auf 27000 Fuß gestiegen und hat die Luft bis auf ¼ verdünnt geathmet, d. h. er hat beinahe drei Viertheil der Gesammtmasse unter sich gehabt, aber auch hier hat die Luft noch gegen die Erde gedrückt, so daß sie eine Quecksilbersäule von 8 Zoll tragen konnte.

Es ist dem Menschen nicht gegeben in noch höhere Regionen sich zu versteigen; würde er es jedoch können, so würde das Mariotte'sche Gesetz, da es sich bei der Verdünnung der Luft genau wie bei der Verdichtung verhält, ihn begleiten bis zu den äußersten Grenzen, denn Versuche mit guten Luftpumpen haben gezeigt, daß wo nur noch eine Spur von Luft vorhanden ist, auch noch Gewicht, also auch noch Schwere gegen die Erde vorhanden ist, welche sich in einem Druck auf die Quecksilbersäule äußert; und betrüge dieser Druck auch nur eine halbe Linie — er ist vorhanden.

Die Atmosphäre umgiebt den ganzen Erdkörper, jedoch nicht in einer

ven Höhe und nicht zu allen Zeiten gleich hoch oder gleich dicht. Die
ende Masse Luft wechselt in mittleren Breiten um ein volles Neuntel,
: wir von dem mittleren Stande ausgehen. 28 Pariser Zoll pflegt
als Normalstand am Meeresufer anzunehmen; es steigt aber das
ckfilber um 1½ Zoll über diesen Punkt und fällt beinahe um 2 Zoll
: denselben, so daß ein Wechsel von nahezu 3 Zoll statt findet. Wo-
kommt dieser? Die Menge Luft über den ganzen Erdkörper ist nun
al dieselbe; im Ganzen ist einmal nicht mehr, ein andermal nicht we-
: als zu anderen Zeiten.

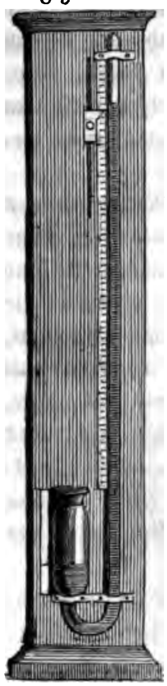
Gewiß nicht; aber die Luft ist ein viel beweglicheres Meer, als das
ı Boden bildende, aus zweien Gasarten zusammengeronnene. Stürme
en die Luft auf, der Sonnenschein durchstrahlt und durchwärmt sie und
:t sie auf, die Kälte drückt sie zusammen. Der Wind vermehrt die
nasse dort, wohin er geht und vermindert sie dort, woher er kommt,
dies bedingt den wechselnden Stand der Luftsäule, und da derselbe mit
n, Trockenheit, bewölktem oder klarem Himmel, Wärme und Kälte,
:m oder Ruhe der Luft, in innigstem Zusammenhange steht und dieses
sich in einer gewissen Art am Barometer ausspricht, da es die Queck-
:waage ist, deren Gewicht der Luftmasse (von gleicher Dicke wie das
:kfilber) das Gleichgewicht hält, so benutzt man das Barometer als
erglas, wozu es jedoch nur sehr bedingungsweise taugt.

Man hat durch vielfältige Beobachtungen gefunden, daß wenn Feuch-
:t in der Luft war und diese durch Abkühlung niedergeschlagen wird,
lebel, Schnee, Regen, die Luft also einen Theil ihrer Spannung ver-
; man hat gefunden, daß alsdann das Barometer fällt und nun schließt
Laie umgekehrt: wenn das Barometer fällt, so giebt es Regen. Dies
in solcher Trugschluß, wie jener bekannte: „Alle Menschen sind sterb-
— also sind alle Sterbliche Menschen.“

Umgekehrt findet man, daß wenn strenge trockne Kälte, oder im Som-
anhaltende Dürre mit Ostwind eintritt, das Barometer steigt — solches
ter nennt man gewöhnlich „schön“, und bezüglich auf das Barometer
man eben so falsch schließend wie vorhin: wenn das Barometer steigt,
iebt es „schön Wetter“. Der Zusammenhang zwischen diesen Erschei-
jen ist ein sehr lockerer. Sehen wir das Instrument Fig. 189 an,
; von jenen zu Wetterbeobachtungen bestimmten Barometern bester
so finden wir, daß die heberförmig gebogene Röhre unten in ein er-
ertes Gefäß ausläuft (davon der Name „Gefäßbarometer“), in welchem
Quecksilber steigt, während es oben in der dünnen Röhre, wo der
er steht, fällt und umgekehrt unten fällt, während es oben steigt; allein
es unten viel weniger, so daß, wenn das Gefäß einen zehnmal größeren

Durchmesser hat als die Röhre, es nur ein Hunderttheil von der Bewegung zeigt, die das Quecksilber in der Röhre hat.

Fig. 189.



Wegen der Geringfügigkeit dieser Bewegung vernachlässigt man sie im gewöhnlichen Leben ganz und sagt: dort unten bleibt das Quecksilber stets auf demselben Standpunkte, man hat nur nach dem Stande in der Röhre zu sehen; den Stand unten nennt man das Niveau, den oben nennt man den Barometerstand, und die Entfernung von dem Niveau bis zu dem Stande oben in der Röhre in Zollen und Linien oder in Centimetern ausgedrückt, giebt die Höhe des Barometerstandes an.

Wenn nun ein warmer Westwind viel Feuchtigkeit über die Länder östlich vom Atlantischen Ocean führt, diese Feuchtigkeit in den kälteren Luftschichten niedergeschlagen wird, mithin aus der Summe derjenigen Kräfte, die auf das Barometer wirken, ausscheidet, so sinkt das Barometer und es giebt Regen; allein wenn auf den Hochebenen von Mittelasien ein mächtiger Luftstrom, durch die Sonnenwärme hervorgerufen, aufsteigt und von allen Seiten nach dem luftverdünnten Raume die schwerere Luft hinströmt, so wird diese gleichfalls aus der Rechnung der auf das Barometer drückenden Massen scheiden, bei uns wird in diesem Falle auch Westwind eintreten (in Sibirien Nordwind, in Japan Ostwind, in Indien Südwind, alles nach einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte gehend), es wird dann das Barometer sinken; allein trotz dessen und obschon, wie der Volkswitz sagt: „der Wind aus dem Regenloch" kommt, wird doch kein Regen eintreten, sondern schönes Wetter und es wird vielleicht Monate lang anhalten bei dem niedrigsten Barometerstande.

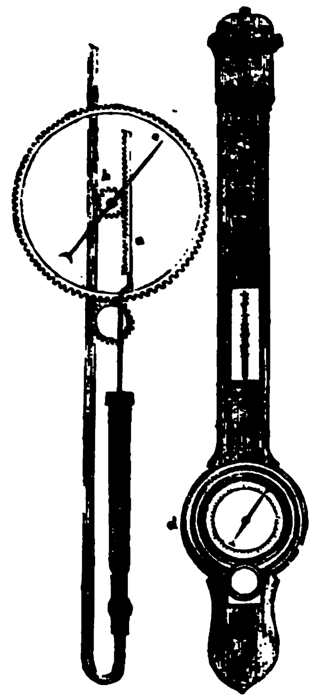
Der entgegengesetzte Fall wird eintreten, wenn eine warme, reichlich mit Feuchtigkeit beladene Luft durch einen Ost- oder Nordwind zusammengedrückt wie ein Schwamm, die eingesogene Feuchtigkeit fahren läßt. Auch hier scheidet der Dampf aus der Summe der auf das Barometer drückenden Gase aus; das Quecksilber sollte also fallen. Die Ursache des Niederschlages ist aber eine ganz andere, es ist eine wirklich bedeutende Vermehrung der Luftmasse über diesem Raum — über dem mittleren Europa z. B. eingetreten, und diese Vermehrung ist überdies hervorgebracht durch eine kalte, schwere Luftmasse, daher wird das Barometer steigen, obschon es regnet.

Stürme, ja selbst solche, die man gar nicht fühlt, indem sie 200 und

en weit von dem Orte des Beobachters toben, haben gleichfalls itenden Einfluß auf den Barometerstand, so daß seine Vorherst eine sehr schwache wird; allein das Instrument hat sich einmal ılas eingebürgert, und so wird es schwer sein das festgewurzelte dafür auszurotten; der Laie, der selbst die Erfahrung der gemacht hat, die hier behaupteten Sätze also nicht bestreitet, „allerdings trügt es manchmal, allein oft kann man sich doch assen", und er vergißt, daß etwas, worauf man sich nur oft und r verlassen kann, etwas ganz Unzuverlässiges ist.

ılb bleibt das Barometer in den s Publikums und es hat sogar für cherlei gefällige oder bequeme Forommen, wie z. B. die des sogenannrometers, Fig. 190. Dieses ist ein nicht mit constantem, sondern mit t Niveau, d. h. es ist ein Heber-Fig. 191 zeigt die Einrichtung, dem Kasten durch die Verkleidung ist, in einem etwas größeren Maaß-

Fig. 190. Fig. 191.



sieht hier das untere Ende eines neters, in dem aufwärts gebogenen esselben t steht ein Stückchen Eisen, te sehr feine und leichte gezähnte trägt, die in ein kleines Rad b ein-dessen Axe ein sehr leichter Zeiger; wie nun das Quecksilber in dem sinkt oder steigt, so bewegt sich das Quecksilber schwimmende Eisen mit en Zeiger in Gang. Auf dem Ziffer-Barometers d, Fig. 190, sind Grade — gewöhnlich 36, welche den Raum, das Quecksilber steigt oder fällt — (bei uns drei Zoll) auf einen tragen angeben, diese Grade stellen zwölftel Zolle vor, sind aber lang und gestatten daher eine sehr leichte Beobachtung.

besser ist übrigens die Einrichtung mit Gewicht und Gegengewicht; seidener Faden ist um die Axe geschlungen, und an dem einen t das Stückchen Eisen, welches auf dem Quecksilber schwimmt, nderen ein ähnliches aber leichteres Gegengewicht; wenn das in dem sichtbaren unteren Schenkel des Barometers t sinkt, so

sinkt das Gewicht mit, und der Zeiger c neigt sich abwärts; wird umgekehrt das Gewicht gehoben, so fängt das Gegengewicht an zu ziehen und dieses hebt den Zeiger empor; auf solche Weise erhält man dasselbe, was die Einrichtung mit Rad und Zahnstange giebt, nur viel einfacher und sicherer und ohne daß eine Stockung eintreten könnte, was bei der Zahnstange leicht möglich.

Können wir dem Barometer, als einem Wetterpropheten, nur einen sehr untergeordneten Rang zuerkennen (eigentlich gar keinen, denn es zeigt nicht die Zukunft an, sondern den gegenwärtigen Stand), so ist es doch ein höchst wichtiges Instrument für die Meteorologie, für die Bestimmung des Luftdruckes und namentlich ist es für die Höhenbestimmungen von dem größten Werthe, und der Schweizer Saussure hat die Hälfte seines Lebens daran gewendet, um dasselbe in dieser Richtung auszubilden und jede Variation, welche Temperatur, Windrichtung 2c. veranlassen könnte, durch Correctionen zu beseitigen.

Fig. 192. Fig. 193.



Man hat zu dem Zwecke der Höhenmessungen sogenannte Reisebarometer erfunden, von denen das hiernächst gegebene, Fig. 192, eines der besten ist. Die Hauptfigur zeigt uns einen hölzernen Dreifuß ausgebreitet, in dessen Mitte das Barometer hängt. Dieses ist entweder in eine schwache Holz- oder noch schwächere Metallfassung gebracht, in eine nicht volle drei Fuß lange Röhre, welche von oben herab bis über die Hälfte aufgeschlitzt ist, so daß man von zwei einander gegenüberstehenden Seiten das in der Mitte dieser Metallröhre befestigte Glasrohr sehen kann. Der dreifüßige Ständer dient, zusammengeklappt, zum Futteral dieses Instruments.

Die nebenstehende Fig. 193 zeigt das Gefäß dieses Barometers; bei einem solchen kommt es natürlich darauf an, sehr genau zu wissen, wie hoch das Niveau stehe, damit man es reguliren könne; denn es ist gar nicht gleichgültig, ob es ein paar Linien höher steht oder nicht, diese paar Linien können mehrere hundert Fuß Höhenunterschied bedeuten. Um das Niveau nun stets auf einen und denselben Punkt zu bringen, giebt man

m Gefäß eine Einrichtung, welche eine Veränderung durch den Experi-
mtirenden gestattet. Der oberste Theil des Gefäßes ist von Glas, die
iß ausgezogene Barometerröhre mündet in dies Gefäß, der untere Theil
von Buchsbaumholz aus mehreren Stücken pennalartig zusammengesetzt.
nz unten ist eine Schraube mit sehr feinem Gewinde, vermöge deren
n diese Stücke mehr ineinander schieben oder mehr auseinander ziehen kann.

Je mehr Quecksilber aus der Röhre in das Gefäß sinkt, desto weiter
ssen die Stücke auseinander gehen und umgekehrt, je höher das Baro-
ter steigt, desto mehr muß man die Gefäßtheile zusammen schieben, denn
durch erhält man eben das Niveau in gleicher Höhe. An dem Glase
eine Marke, diese muß durch die Quecksilberfläche grade berührt, grade
roffen werden, denn von da an wird der Stand des Quecksilbers ge-
ssen.

Gewöhnlich vereinigen sich zwei Reisende mit ganz gleichen Instru-
nten zu der Höhenmessung. Zuerst wird ein Standpunkt im Thale, in
rn, in Como, festgestellt und ermittelt wie hoch derselbe über dem Meere
gt. Dies weiß man gewöhnlich durch schon vorhandene Nivellements
r durch langjährige, an dem Orte gemachte Barometerbeobachtungen.
ch diesen beurtheilt man den Normalstand und sagt: „weil die mittlere
he des Barometers hier so und so ist, deshalb liegt der Ort so und so
l hundert, oder so viel tausend Fuß über dem Meere". Nun besteigt
er der Reisenden den Berg, den Paß, den Gletscher und verabredet mit
n anderen, daß er genau um diese oder jene Stunde dort oben den
and des Barometers beobachten werde, indeß zu eben derselben
unde der im Thale zurückbleibende sein (sogenannt stationaires) Baro-
ter auch beobachtet.

Wenn die Reisenden wieder vereint sind, tauschen sie ihre Beobach-
ngen aus und der Unterschied in dem Barometerstande giebt die Höhe
, bis zu welcher das wandernde Barometer getragen worden.

Auch eine Beobachtung allein kann die Messung vornehmen, aber nicht
t der vollkommenen Genauigkeit, welche durch zwei erzielt wird. Die
che ist dann so: Er beobachtet am 10. August, Morgens um 11 Uhr,
s Barometer im Thale und findet es 26 Zoll 4 Linien hoch; er geht
n auf den Berg und beobachtet am 11. August, gleichfalls um 11 Uhr,
s Barometer auf der Höhe und findet es 19 Zoll hoch stehen. Nun
rt er zurück nach dem Stationsort, dort sieht er bei einer neuen Beob-
tung am 12. August, Mittags um 11 Uhr, das Barometer auf 26 Zoll
Linien stehen.

Nun schließt er so: vom 10. bis zum 12. ist das Barometer um
Linien gestiegen, also wird es wohl am 11. (in der Mitte zwischen den

beiden Beobachtungen im Thale) auf der Mitte dieses Weges gestanden haben, also 26 Zoll und 6 Linien. Das ist eben das Trügerische, denn obwohl es häufig so ist, so fehlt doch viel, daß es immer so sei, am allerwenigsten aber ist ein Gesetz aufzufinden, nach welchem man berechtigt wäre zu schließen, daß das Barometer im Thale wahrscheinlich den gedachten Standpunkt einnehmen werde. Doch bleibt für einen einzelnen, auf sich selbst angewiesenen Beobachter nichts anderes, als dieses Mittel, denn auf einen anderen, der nicht gleiche Zwecke verfolgt, auf einen Gastwirth oder sonst Jemand, kann man sich nicht verlassen.

Hat man es aber auf die angegebene Weise gemacht, so wird man so zu schließen haben: Der Stand des Barometers im Thale war zur Zeit der Beobachtung desselben auf dem Berge — 26 Zoll 6 Linien. In demselben Augenblick war der Stand des Barometers auf dem Berge 19 Zoll, — diese abgezogen von obiger Zahl, giebt einen Unterschied von 7 Zoll 6 Linien. Um so viel stand das Barometer oben niedriger als unten.

Nun tritt der Berechnende hinzu und sagt, wie viel Fuß für jede Linie hinter jeder vorhergehenden Linie zu zählen seien; dies ist nämlich gar nicht gleich — in der Nähe des Meeres ist der Unterschied des Barometerstandes von 4 Linien gleich einer Erhebung von 65 Fuß, auf der Spitze des Montblanc ist 1 Linie der Ausdruck für 130 Fuß; weiter aufwärts werden die Unterschiede noch größer. Da giebt es denn eigene, hierfür berechnete Formeln, in denen alles Nöthige berücksichtigt worden, welche mitzutheilen aber weder in einem populair-wissenschaftlichen Buche überhaupt, noch weniger aber in der Chemie, der rechte Platz ist; es kam hier nur darauf an, die Zusammensetzung der Atmosphäre und ihre Eigenschaften anzugeben, das Uebrige gehört in den mathematischen, in den rechnenden Theil der Physik und es genügt die Resultate anzuführen.

Der Barometerstand erreicht bei 13400 Par. Fuß die Hälfte seiner Höhe, dort (etwas über eine halbe Meile hoch) ist also die Luft nur halb so schwer, die ganze Hälfte der Luftmasse liegt unter dem Beobachter, wenn er auf dem Montblanc steht; alles, was bis zu der Höhe von neun bis zehn Meilen noch über ihm ist, beträgt nicht mehr die volle Hälfte (der Montblanc ist höher als 13400 Fuß — bei dieser Höhe wäre genau die Hälfte der Luft unter, die Hälfte über dem Beobachter).

Bei 26800 Fuß ist von der vorhandenen Hälfte wieder die Hälfte unter dem Beobachter; war Gay Lussac wirklich im Jahre 1804 zu der Höhe von 27000 Fuß gelangt, so hatte er thatsächlich drei Viertheile der ganzen Luftmasse unter sich, nur noch ein Viertheil über sich und athmete in einer

ıft, welche nur ein Viertheil der Dichtigkeit derjenigen hatte, die er an r Oberfläche der Erde zu athmen gewohnt war.

Bei 40200 Fuß würde die Luft bis auf ein Achtel ihrer Schwere er Dichtigkeit herabgekommen sein, d. h. 1 Kubikfuß Luft von der Meeres- erfläche geschöpft und dort hinauf gebracht, würde 8 Kubikfuß erfüllen, würde es mit 13400 Fuß steigend immer weiter gehen, so daß bei jeder ten Stufe die Luft halb so dünn sein würde als auf der vorigen. Im ınzen würde die Höhe etwa neun bis zehn Meilen betragen und dort :rde die Luft noch den Millionsten Theil der Dichtigkeit an der Erdober- che haben. Daß dort noch Luft ist, erkennt man daran, daß die Zurück- rfung des Lichtes der untergegangenen Sonne daselbst noch statt hat.

Die Wärme der Luft ist an der Erdoberfläche immer am größten und höher man steigt desto niedriger wird die Temperatur, dies ist nach ıges- und Jahreszeit höchst verschieden; allein durchschnittlich pflegt man zunehmen, daß eine Erhebung von 500 Fuß über das Meer, eine Tem- raturerniedrigung um 1° C. hervorbringe; die Nebenumstände, welche bei walten, thun jedoch so sehr viel, daß auch dafür eine Norm nicht zu den ist; nur dies steht fest, daß trotz südlicherer Lage die Temperatur t der Höhe abnimmt, so ist die Jahrestemperatur von Berlin 10° C. d die von Bogenhausen bei München, vier geographische Breitengrade dlicher, ist nur 7°. — Woher kommt dies? die Temperatur sollte 12° n. Bogenhausen liegt 1600 Fuß über dem Meere, Berlin nur 100 Fuß. as Städtchen Münsingen auf der würtembergischen Alp hat nur 4° C. ttlerer Temperatur; dort wird keine Schlehe mehr reif, obwohl es noch ı einen halben Grad südlicher liegt als München, allein es liegt 3000 Fuß er der Meeresfläche und diese Höhe hebt die Begünstigung durch die dliche Lage auf.

Man ist gewohnt die Farbe der Luft blau zu nennen, ich glaube, daß ın Unrecht hat die Sache so auszudrücken, die Luft gehört zu den Kör- rn, deren Farbe verschieden ist, je nachdem man sie im reflectirten oder im rchgelassenen Lichte betrachtet. Es giebt eine Art Beinglas oder Milch- ıs, welche im Tageslichte betrachtet, ganz entschieden hellblau, Müllerblau ısieht — dieses Glas ist nicht durchsichtig, sondern durchscheinend - eben dieses Glas sieht orange aus, wenn man es gegen die Sonne lt. Gerade so ist es mit der Luft. Wenn die Sonne nach Westen zu ıkt, so ist der Himmel im Osten blau, im Westen hell, weiß, gelb; die onne selbst sieht golden aus und wenn sie beim Niedersinken im Horizont :ht, recht viel Luft zwischen dem Beobachter und dem leuchtenden estirn ist, sieht die Sonne roth aus, dieselbe Sonne, welche an demselben

Tage, hoch über uns stehend, um Mittag weiß war, wie weißglühendes Eisen.

Dasselbe findet am Morgen statt, wenn die Sonne aufgeht; dann ist die Sonne im Osten roth, der Himmel, d. h. die Luft sieht gelb, weiter davon weiß aus und im Westen ist der Himmel blau. Wenn man dagegen am Tage einen Wald in der Ferne sieht, so erscheint derselbe blau und um so heller, je mehr Luft zwischen dem Walde und dem Beschauer liegt, ein Verhältniß, welches der Maler Luftperspective nennt — nicht wissend, worin der Grund liegt, das er jedoch sehr richtig auffaßt, indem er drei oder mehr Waldpartien hintereinander wohl unterscheidet durch die Abtönung des Blau, was ihn der geübte Blick erkennen und die Technik wiedergeben läßt, indessen er sich wahrscheinlich nicht Rechenschaft von der Erscheinung zu geben vermag. Sie liegt in dem Polarisationsvermögen der Luft. Dasjenige Licht, welches von einer Gaslampe, von der Sonne kommt, ist nicht polarisirt; es ist noch nicht getheilt in eine Art Licht, welche die durchsichtigsten Körper durcheilt und in eine andere Art, welche von eben diesen durchsichtigsten Körpern zurückgeworfen wird. Jede dieser Lichtmassen nennt man polarisirtes Licht, jede hat besondere Eigenschaften, unter anderen auch die, daß diejenigen Farben des Lichtes, welche bei der einen Sorte vorhanden sind, bei der anderen Sorte fehlen; im Sonnenlichte sind beide noch vereint.

Man möge sich an diese harten Ausdrücke „Sorte" und dergleichen nicht stoßen, sie sollen nichts weiter leisten, als den möglichsten Unterschied zwischen zweien Lichtgattungen bezeichnen. Dieser Unterschied macht sich auch bei der Luft bemerkbar, dergestalt, daß man Unrecht hat, sie blau von Farbe zu nennen, gerade so wie man Unrecht hätte, wenn man sie roth nennen wollte; es kommt bei diesen Farbenbestimmungen durchaus darauf an, wie das Licht wirkt und welche Gattung des Lichtes wirkt, ob die Gesammtmasse oder nur ein polarisirter Theil und ob der Körper im durchgelassenen oder im zurückgeworfenen Lichte betrachtet wird.

Was wir oben von den Winden angedeutet haben, läßt sich in wenig Worten noch ergänzen. Die Luftbewegung hat wahrscheinlich immer eine partielle starke Erwärmung der Luft zur Ursache, vermöge deren von einem stark erwärmten Raume die Luft senkrecht aufsteigt. Unzweifelhaft ist dies bei dem Wüstencomplex von Afrika, dessen trostlose Dürre nur dadurch hervorgebracht wird, daß der von dieser Ebene aufsteigende Strom alle Feuchtigkeit mit sich fortnimmt und bei seiner hohen Temperatur einen Niederschlag unmöglich macht, obwohl ostwärts vom Nil, dem rothen und persischen Meerbusen und dem arabischen Meer — nordwärts von dem Mittelmeer und westwärts von dem atlantischen Ocean die ungeheuersten Massen Feuchtigkeit dorthin geführt werden, daher die Küstenländer auch

›t und fruchtbar sind, in das Innere aber niemals ein Tropfen Regen ngt, weil die erhitzte Luft über der Wüste die Dünste, welche Regen zen könnten, sofort in Dampf auflöst und emporführt, hinwegreißt. Küsten sämmtlich haben auch nur Seewinde; Marocko hat Westwind: :r und die räuberischen Staaten des afrikanischen Küstenlandes am elmeer haben fast nur Nordwind; Aegypten, Nubien, Habesch (Abyssi- › nur Ostwind.

Was man hier im allergroßartigsten Maaßstabe sieht, das wiederholt in den warmen Erdstrichen auf jeder Insel. Am Tage durch die ne stärker erwärmt als das sie umgebende Meer, steigt von derselben Luftstrom empor, der vom Meere her ersetzt wird durch die nach dem erdünnten Raum dringende kältere Luft. Daher hat man in der heißen : und von beiden Seiten derselben in den wärmeren Theilen der ge- igten Zone, auf jeder Insel die merkwürdige Erscheinung der Land- und vinde. Die letzteren wehen während des Tages von allen Seiten her die Insel zu; die ersteren, die Landwinde, während der Nacht von der :l nach allen Seiten hin, gegen das Meer. Auf welcher Seite der :l, im Norden, Süden, Osten oder Westen, der Hafen liegen möge, kann ihn nur bei Nacht verlassen, weil am Tage stets Gegenwind da — wohin man auch wolle, man kann in irgend einen Hafen nur ein- :n bei Tage, weil während der Nacht stets Wind aus dem Hafen nt, der das Einlaufen verwehrt.

Diese regelmäßigen Erscheinungen werden in dem kälteren Theile gemäßigten Zone zu unregelmäßigen, indem die Luftmassen, welche von den heißen Erdstrichen erheben, oben in der Höhe von 10000 bis)0 Fuß seitwärts sich nach der Gegend des nächstgelegenen Poles hin :ßen und nun bald da bald dort, wie partielle Ursachen es bedingen, bsinken, einfallen in den Luftstrom, welcher von dem Pole zum Aequa- geht, um das zu ersetzen, was am Aequator ununterbrochen aufwärts t, indessen dasjenige, was von den Polen zum Aequator geht, wieder zt wird durch die vom Aequator heiß aufströmende, oben sich abkühlende nun in einen entgegengesetzten Strom nach den Polen sich ergie- e Luft.

So entsteht ein unaufhörlicher großer Kreislauf, welcher eine überall he Vertheilung der Luft zur Folge hat, und dem wir es danken, daß ends Stockungen, nirgends Verderbnisse entstehen, wie sie ohne eine e Mischung oder Mengung aller Theile mit allen Theilen, nothwendig : und wie sie über Städten wie Birmingham mit 400 Dampfschorn- en, oder wie Rom mit 20000 Cloaken eintreten müßte, ein Uebelstand, her sich bei lange anhaltender Windstille auch sehr deutlich zeigt. Dieser

Kreislauf macht aber die Erde auch noch auf viel weitere Strecken bewohnbar als sie es ohne denselben wäre, die warme Luft des Aequators wird polwärts geführt und temperirt die Atmosphäre, so daß noch in Lappland Getreide wächst, während die kalte Polarluft zu den heißen Zonen gelangend, zur Ermäßigung der hohen Temperatur wirkt, die unausbleiblich wäre, wenn nicht die warme Luft immer entführt würde, wie immer kältere Luft zuströmt.

Das ganze animalische und vegetabilische Leben der Erde steht mit der Atmosphäre in einem innigen Zusammenhange, und zwar nicht allein mit dem Sauerstoff und Stickstoff derselben, sondern eben so sehr mit der Feuchtigkeit und der Kohlensäure, welche sie enthält; es ist daher von Wichtigkeit ihre Bestandtheile kennen zu lernen, da die Mengen überhaupt sehr klein sind, es sich bei Wasserdampf immer nur um Hundertstheile, bei Kohlensäure aber um Zehntausendstheile handelt, so kann man nicht so verfahren wie man es früher bei den Eudiometer-Versuchen machte, daß man einige Kubikzoll Luft abschloß und diese befragte, was sie enthalten; es ist dessen so wenig, daß die Stimme ungehört verhallt — wie viel ist ein Zehntausendstel an einem Kubikzoll — das kann sich nicht bemerklich machen. Jetzt nimmt man ein paar Kubikfuß und zwingt sie ihre geringe Quantität Wasserdampf oder Kohlensäure auf einen kleinen Raum abzugeben, da man denn allerdings eher zu einem Resultat gelangt.

Fig. 194.

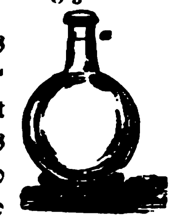


Fig. 194 zeigt uns in dem großen Gefäß einen Aspirator, ein Blech-Instrument von mehreren Kubikfuß Inhalt, welches man mit Wasser füllt, dessen Auslaufen aus dem Hahn r, Luft in das Gefäß zieht, jedoch nur auf einem Wege durch das Rohr a v c, denn die Oeffnung bei b ist durch einen Kork, in welchem ein Thermometer T befestigt, wohl verschlossen.

Um zu wissen wie viel Luft in den Aspirator strömt, braucht man nicht dessen Inhalt, sondern nur die Menge des auslaufenden Wassers zu kennen. Zu diesem Behuf bedient man sich eines Ballons, Fig. 195, dessen Inhalt bis zu einem Strich am Halse a, man genau ermittelt, indem man ihn einmal

mit Wasser gefüllt und einmal ausgeleert, genau abwägt, woraus sich das Volumen sehr leicht berechnen läßt und worin man also ein Gemäß für die Luft hat, welche in den Aspirator dringt, das auslaufende Wasser nämlich ersetzend.

Fig. 195.



Da der Aspirator mehrere Fuß hoch ist, so läuft das Wasser schneller aus von oben bis zu dem Niveau x''y'' als bis zu dem Niveau x'y' und noch viel langsamer geht es von da bis xy. Die Gleichmäßigkeit des Ausflusses wird man durch den Hahn r zu regeln haben; man wird denselben also am Anfange weniger, dann etwas mehr und zuletzt erst ganz öffnen, denn es ist von Wichtigkeit, daß der schwache Luftstrom, welcher erzeugt werden soll, eine gewisse, ziemlich gleichbleibende Geschwindigkeit habe.

Die Luft, welche in den Aspirator gehen soll, wird durch eine Reihe Uförmig gebogener, etwa zollweiter, Glasröhren geführt, in die man Substanzen bringt, welche Kohlensäure und Wasserdampf aufnehmen.

Betrachten wir nochmals die Fig. 194, so finden wir an einer Latte aufgehängt, sechs Uförmig gebogene Röhren, welche sämmtlich unter einander durch feinere, dünnere Röhren in Verbindung stehen. In den weiten Enden sind sehr genau schließende Bordeaux Korke eingesenkt, welche man vorher in Wachs getränkt hatte, um einen möglichst genauen Verschluß herbei zu führen, dies ist viel zweckmäßiger als das von Fremy anempfohlene Verfahren mit Siegellack. Die Korke sind in der Mitte durchbohrt und die feineren Rohre sind darin auf eben dieselbe Weise mit Wachs eingeschmolzen. Um die Korke, da wo sie in den weiten Mündungen stecken und da, wo in ihnen die dünnen Röhren sitzen, legt man einen Streifen Wachs, drückt ihn mit den Fingern genau an und erwärmt dann diese Stelle an einer schwachen Flamme, wodurch ein festes Anschmelzen und in Folge dessen ein so sicherer Verschluß erzielt wird, daß kein Luftzutritt statt finden kann als durch die dünnen Röhren selbst, von U zu U und schließlich durch die letzte Röhre fg aus dem Raume her, dessen Luft man untersuchen will. Es braucht nämlich nicht die Luft des Laboratoriums zu sein, oder man braucht nicht in dem Raum, der die zu untersuchende Luft enthält, zu laboriren; wäre dies z. B. ein Schauspielhaus, ein Concertsaal, so könnte die Aufmerksamkeit des Publikums unnöthigerweise abgelenkt werden — sollte die Luft eines Lazareths untersucht werden, in welchem der Hospitalbrand, die Lazarethpest eingebürgert ist, so würde der Experimentator gefährdet werden können; dies alles vermeidet man durch eine lange Röhre g, welche von dem Concert- oder Krankensaal nach dem Punkte geführt, wo der Laborant steht.

Die Röhren alle sind da, wo sie nicht durch wachsgetränkte Korke festgehalten werden, durch Gummischläuche mit einander verbunden. Bekanntlich eine französische Erfindung, welche Mitscherlich in Berlin im Jahre 1825 bereits eingeführt hatte, die aber, nachdem die deutsche Chemie sich in Frankreich eingebürgert, dort zehn Jahre später wieder erfunden wurde.

Wenn nun das Rohr g durch die Röhren A, B, C rc. mit dem Wasserbehälter V verbunden ist und man aus dem Hahne r Wasser entläßt, so kann dies nur abfließen, wenn Luft durch g eintritt und nach und nach alle die gekrümmten Röhren durchstreicht, bis sie endlich nach dem Aspirator gelangt. Dies ist der Zweck der ganzen Veranstaltung; man will eine große Menge Luft auf eine genau gewogene kleine Menge von Substanzen wirken lassen, welche sich dadurch in einer entsprechenden Weise verändern sollen, aus welcher Veränderung man denn wieder erfährt, wie viel des hier wirksamen Stoffes vorhanden war.

In dem uns vorliegenden Falle wollen wir wissen, wie viel Feuchtigkeit und wie viel Kohlensäure die zu prüfende Luft enthält. Die Latte des Apparates trägt, wie wir sehen, sechs Uförmig gebogene Röhren, von ungefähr einem Zoll innerer Weite. Sie sind sämmtlich mit gröblich zerkleinerten Bimssteinstücken gefüllt und diese sind theils mit concentrirter Schwefelsäure, theils mit kaustischer Kalilösung getränkt, und zwar ist die erste und zweite Röhre A und B, ferner die fünfte und sechste E und F mit solchen Bimssteinbrocken gefüllt, welche concentrirte Schwefelsäure enthalten, die mittelsten C und D aber sind für das kaustische Kali bestimmt.

Wenn nun durch die Entfernung von Wasser aus dem Aspirator Luft durch die Röhren gesogen wird, so kommt dieselbe zuerst bei der concentrirten Schwefelsäure an, welche mit größter Begier das Wasser an sich rafft. Die hier hindurch gegangene Luft gelangt in Folge dessen ganz trocken nach den Röhren C und D. In diesen liegen die, mit kaustischer Kalilauge getränkten Bimssteinstückchen, an ihnen streicht jetzt die Luft vorbei — das kaustische Kali ist aber höchst begierig nach Kohlensäure, mit welcher es sich sogleich zu kohlensaurem Kali verbindet, so weit der Vorrath an Kohlensäure reicht.

Von der Kohlensäure ist nunmehr die Luft auch befreit, allein sie, die trocken in die Röhren C und D trat, findet hier Wasser und nimmt einen Theil davon um so leichter auf als sie selbst trockener war. Um auch diese Feuchtigkeit (deren Verlust die Rechnung verwirren könnte) wieder zu gewinnen, dient die Röhre E mit schwefelsäurehaltigen Bimssteinstücken gefüllt. Die Röhre F ebenso besetzt, dient lediglich um zu verhindern, daß die Feuchtigkeit aus dem Aspirator nicht in den Röhrenapparat komme.

Was nun geschehen muß, um den Versuch rationell zu machen und

dadurch ein Resultat, eine Analyse der Luft zu erzielen, ist Folgendes: Man wägt auf das Genaueste die beiden Röhren mit Schwefelsäure A und B, wo möglich bis auf ein Zehntel Gran. Man wägt ebenso die beiden Röhren mit kaustischem Kali, endlich auch noch die eine, E mit Schwefelsäure. F wird gar nicht berücksichtigt.

Nachdem dieses geschehen, der Apparat zusammengesetzt, die Röhre g dahin geleitet worden, woher man die Luft nehmen will, öffnet man den Hahn r des Aspirators und läßt daraus das Gefäß, welches vorhin S. 299 unter Fig. 195 beschrieben, bis an den Strich a voll laufen. Darauf entleert man dasselbe und läßt sichs wieder — vielleicht zum dritten und vierten Male füllen, bis man glaubt, es sei genug Luft durch die Röhren gegangen, um ein unzweifelhaftes Resultat zu geben.

Nach dem Experiment nimmt man den Apparat auseinander und wägt abermals auf das Genaueste die Röhren A und B. Was sie mehr wiegen, als vor dem Versuch, ist der in ihnen niedergeschlagene Wasserdampf. Dasselbe thut man mit den Röhren C und D. Was sie mehr wiegen, ist Kohlensäure von dem kaustischen Kali aufgenommen. Nun kann aber wohl der Fall eintreten, daß hier ein Fehler vorliegt, indem die trockne Luft Feuchtigkeit aus der Kalilösung entführt hat und also die Menge der Kohlensäure zu gering angegeben ist. Dies erfährt man, indem auch die Röhre E noch gewogen wird; wiegt sie mehr als vor dem Experiment, so ist die Vermuthung gegründet, es ist Wasserdampf aus C und D entführt. Dann muß das Mehrgewicht der Röhre E, zu dem Gewicht der beiden Röhren C und D gelegt werden und was sie nunmehr, einschließlich dieses auch noch so kleinen Uebergewichtes, mehr enthalten als vor dem Versuch, dies ist das Gewicht der absorbirten Kohlensäure.

Stände die Sache so, daß man drei Kubikfuß Luft hätte durch die Röhren streichen lassen, also ein Gewicht — wir wollen der Einfachheit wegen annehmen von 2000 Gran und die Röhren A und B wären um 20 Gran schwerer als vor dem Experiment, so wüßten wir, daß in der untersuchten Luft 1 pCt. Wasserdampf enthalten gewesen; fänden wir nun ferner, daß die beiden Röhren mit kaustischem Kali und die dritte mit Schwefelsäure versehene, alle drei zusammen um einen Gran zugenommen hätten, so würden wir sagen: die untersuchte Luft hat ein halb pro Mille Kohlensäure, das ist so ziemlich der Normalzustand der reinen, gesunden, richtig gemischten Luft. In der Nähe der Erdoberfläche, wo Pflanzen viel Kohlensäure absorbiren, pflegt der Antheil geringer zu sein, er beträgt mitunter nur drei Zehntausendtheile (0,0003), auf hohen Bergen, wo keine Vegetation der Kohlensäure bedarf, beträgt sie gewöhnlich nahe an 0,0005, mitunter sogar 0,00055, d. h. noch um ein halbes Zehntausendstel mehr.

In diesen Grenzen bewegt sich der Kohlensäure-Gehalt guter, reiner Luft; über 0,0006 hat man dieselbe noch nie steigen gesehen, selbst auf den Andes, deren Vulkane ununterbrochen die ungeheuersten Massen Kohlensäure ausstoßen.

Mit Schachten dagegen, mit eingeschlossenen Thälern, in denen Holz modert, mit einem dicht bestandenen Urwald, in welchem die ganze Unterlage aus verwesten Pflanzen besteht, ferner mit überfüllten Räumen, mit Krankenstuben 2c. ist dies etwas ganz Anderes, da sieht man die Kohlensäure nicht nur aus der Stelle der Zehntausendstel in die der Tausendtheile, sondern sogar in die der Hunderttheile rücken; sobald sie in solcher Menge vorhanden ist, wird sie der Gesundheit sehr nachtheilig und sie kann tödtlich werden, wie wir leider aus den jährlich wiederkehrenden Erfahrungen durch den Erstickungstod vieler Opfer ihrer eigenen Unvorsichtigkeit wissen.

In Schachten und Stollen der Bergwerke ist diese giftige Luftart häufig in solcher Menge vorhanden, daß die Leute daraus vertrieben werden, oder daß sie ersticken, wenn sie länger darin verweilen; in Kellern, in denen Bier, Wein und Maische zur Bereitung des Spiritus gährt, ferner in tiefen und lange zugedeckt gewesenen Brunnen ist sie immer in tödtlicher Menge vorhanden. Rauch ist bei Weitem nicht so gefährlich, weil er sich durch den Geruch verräth; was an Rauch Leute ertragen können, setzt mitunter in Erstaunen, so bei den Schornsteinfegern und bei den Tabackrauchern; wäre der Luft, welche diese einathmen, so viel Kohlensäure beigemengt als Rauch, so wäre ein Athemzug schon tödtlich.

Zahlreich und mannigfaltig sind die Stoffe, welche der Luft in solcher Art beigemischt sein können, nicht blos Kohlensäure, sondern auch unverbrannte und halb verbrannte Kohle, Dämpfe mancher Art, Ammoniakverbindungen, Schwefelverbindungen, Wasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas u. s. f.

Die Aufgabe der Chemie wird nun sein, diese Beimengungen zu ermitteln und wo möglich zu zerstören, und es ist bewundernswürdig, bis zu welcher Feinheit die Prüfungsmittel gediehen sind, so wie auch, bis zu welcher Entwickelung die Zerstörungsmittel schädlicher Dämpfe und Gase gebracht worden. Allerdings muß man nicht Unbilliges verlangen. Die Maremmen im nördlichen, die pontinischen Sümpfe im südlichen Italien zu desinficiren wird nicht gelingen; allein Constantinopel und Cairo von der Pest befreien würde eben so gut möglich sein, wie es möglich ist, ein Pesthospital für Jedermann bewohnbar zu machen, oder Kleider und Betten von Pestkranken zu reinigen.

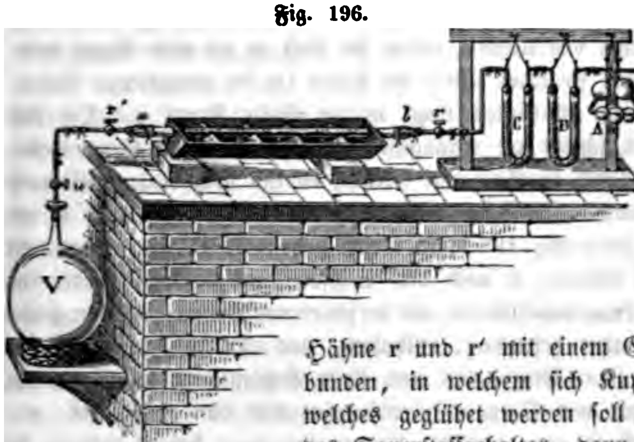
Die Prüfungsmittel, so weit sie gegen andere Gase angewendet werden, be-

ruhen ganz auf denselben Grundsätzen, wie die bereits angegebenen; man bringt in solche Röhren, wie die unter Fig. 194 beschriebenen, diejenigen Substanzen, welche Neigung haben sich mit den Gasen zu verbinden, so z. B. Kali für Schwefelwasserstoffgas, kaustischen Kalk für Schwefeldämpfe, Salzsäure für Ammoniak.

Die zu solchem Behufe dienenden Apparate sind theils von Brunner, von Liebig, theils von Boussignault und Regnault angegeben und bestehen zuvörderst in mehreren solchen Uförmigen Röhren mit den Prüfungsmitteln, dann aus einem Liebig'schen Kugelapparat und endlich aus einem Aspirator ganz eigener Art, die wir beide näher betrachten müssen.

In Fig. 196 sehen wir den ganzen Apparat zusammengestellt, dessen einzelne Theile wir kennen lernen sollen. V ist der Aspirator durch eine Glas-Röhre und Gummischläuche, so wie ferner durch ein paar Hähne r und r' mit einem Glasrohr ab verbunden, in welchem sich Kupferoxyd befindet, welches geglühet werden soll zur Untersuchung des Sauerstoffgehaltes, dann kommt nochmals ein Hahn, hierauf mehr oder minder von der gebogenen Röhre und schließlich der Liebig'sche Kugel- oder Kaliapparat, welchen letztern wir in der umstehenden Fig. 197 etwas größer und zwar ungefähr in dem dritten Theile der wahren Größe abgebildet sehen.

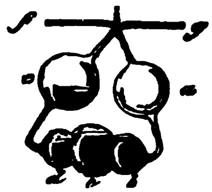
Fig. 196.



Der Weg der hier vorzunehmenden Operation ist dieser: Die Kugel V wird luftleer gemacht, so viel als dieses irgend möglich mit dem Apparat, mit der Luftpumpe, welche dem Experimentirenden zu Gebote steht. Die Hähne dienen zuerst r, um den Ballon überhaupt zu schließen, r' und r'', um die Röhren mit Kupferoxyd abzusondern von den übrigen Theilen des Apparats, so daß man sie vor und nach dem Versuche wägen kann. Hinter dem Hahn r'' kommen nun die Uförmigen Röhren in größerer oder geringerer Anzahl, je nach den verschiedenen Bestandtheilen, auf welche man die Luft untersucht, und endlich kommen die Liebig'schen Kugeln, durch deren Inhalt alle Luft zuerst streichen muß, bevor sie in die andern Theile des Apparates gelangt.

Diese Liebig'schen Kaligefäße sieht man in Fig. 197 etwas größer gezeichnet. Es sind fünf Kugeln durch Röhren verbunden, wie die Figur

Fig. 197.



zeigt. Drei derselben, b c d, liegen in einer horizontalen Linie ganz nahe bei einander, doch etwas besser von einander geschieden, wie die Zeichnung angiebt. Der Zweck derselben ist nämlich, der Luft, welche bei f einströmt und in die eine der oberen Kugeln a tritt, den Durchgang durch b, c, d und e nach g und von da nach den Uförmigen Röhren einigermaßen zu erschweren, indem man sie zwingt, durch die Flüssigkeit zu gehen, welche diese Kugeln enthalten. Diese Flüssigkeit kann nun sehr verschieden sein, wie wir bereits angeführt haben, gewöhnlich nimmt man sehr concentrirte Kalilauge, Auflösung von Aetzkali, indem die Luft in die erste Kugel unterhalb a eintritt, muß sie einen Theil der darin (in b) enthaltenen Flüssigkeit vertreiben; diese Flüssigkeit steigt in die fünfte Kugel e. Die stets nachdringende Luft schiebt die vorangegangene von Kugel zu Kugel weiter, indem sie immer durch die Kalilauge streicht, endlich aber blasenweise durch die in e angesammelte Flüssigkeit emporbringt, um von da nach B und C ꝛc. zu gehen (Siehe Fig. 196.); in diesen gebogenen Röhren, deren mehr oder minder sein können, je nach den Stoffen, auf welche man die Luft prüfen will, sind Bimssteinstückchen mit verschiedenen Präparaten von großer chemischer Wirksamkeit befeuchtet, enthalten, und die Luft, welche in dem Kaliapparat von ihrer Feuchtigkeit und ihrer Kohlensäure befreit worden, kann nun auch noch von Salpetersäuredämpfen oder von Ammoniak- oder Schwefelwasserstoffgas oder ähnlichen Verunreinigungen befreit werden, indem man sie über Auflösungen streichen läßt, welche zu diesen Substanzen große Verwandtschaft haben, wie Bleiweiß für Schwefelwasserstoffgas, Salzsäure für Ammoniak ꝛc.

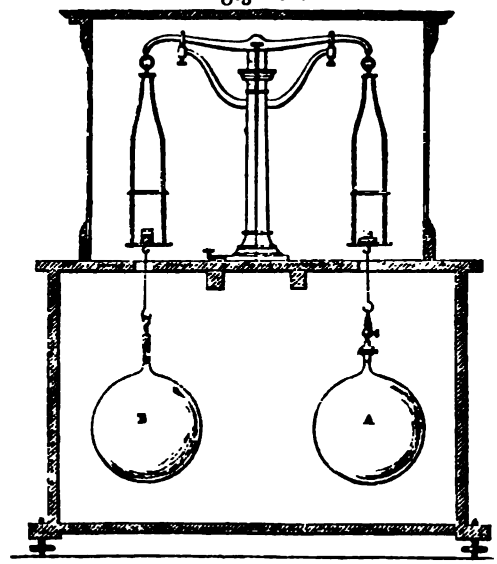
Endlich bleibt nur noch der Stickstoff und der Sauerstoff übrig, und auch dieser letztere wird entfernt durch das Kupferoxyd, über welches man die Luft streichen läßt, nachdem dasselbe glühend gemacht worden.

Diese Methode ist ausgezeichnet durch eine große Genauigkeit, allein sie fordert auch ganz vortreffliche Instrumente und sehr genau gearbeitete Werkzeuge, so z. B. muß der Gewichtsinhalt und das Volumen des Ballons V an dem Apparat Fig. 196 höchst genau bestimmt werden, wenn man zu Resultaten von der nöthigen Genauigkeit gelangen will; das geschieht auf folgende, nicht leichte Weise.

Wir sehen in nachstehender Figur eine Wage in einem Glaskasten stehen, welcher unter sich als Postament einen größeren Kasten hat, der beliebig mit Luft oder mit Wasser gefüllt werden kann. A ist der Ballon,

r, mit einem Hahn versehen, späterhin bei dem Apparat, Fig. 196., als allon V angewendet werden soll; um seinen Inhalt genau kennen zu rnen, läßt man sich einen veiten Ballon von ganz eicher äußerer Größe ma- en. Das Gewicht ist ziem- h gleichgültig, es wird rch aufgesetzte Gewichte gulirt, wie uns die Figur igt, die Größe wird aber prüft, indem man nach r Tarirung den Kasten, i welchem die Ballons ingen, mit Wasser füllt; e verlieren dadurch an rem Gewicht so viel als e Wasser verdrängen, die- s ist nicht das fragliche, ndern ob sie beide gleich iel verlieren, nur dann

Fig. 198.



nd sie gleich groß. Es wird dem geschicktesten Glasbläser nicht gelingen, vei Ballons zu verfertigen, welche diesen Anforderungen entsprechen; da- m läßt man sich auch darauf gar nicht ein, sondern man macht den veiten Ballon B absichtlich um etwas kleiner, und nun bringt man oben, z wo er vermittelst eines Drahtes an die Waage gehängt werden soll, so iel Siegellack als eine Art von Fassung an, bis die Bedingung, daß ide Ballons beim Abwägen im Wasser eben so im Gleichgewicht bleiben, ie sie es beim Abwägen in der Luft waren, erfüllt ist.

Jetzt hat man zwei ganz gleich große Ballons. Nun handelt es sich n den Inhalt. Beide Ballons sind mit Luft gefüllt und hängen in der ft und verdrängen von dieser durch ihr Volumen eben so viel von der ft, als sie vorher von dem Wasser verdrängten, weil sie äußerlich ganz eich groß sind. Der Gewichtsunterschied zwischen dem einen derselben, r lufterfüllt bleibt, und dem andern, der luftleer gemacht werden soll, ird nun um so genauer hervortreten, als ihre Form dieselbe bleibt und : beide auf gleiche Weise von der Luft schwimmend erhalten werden.

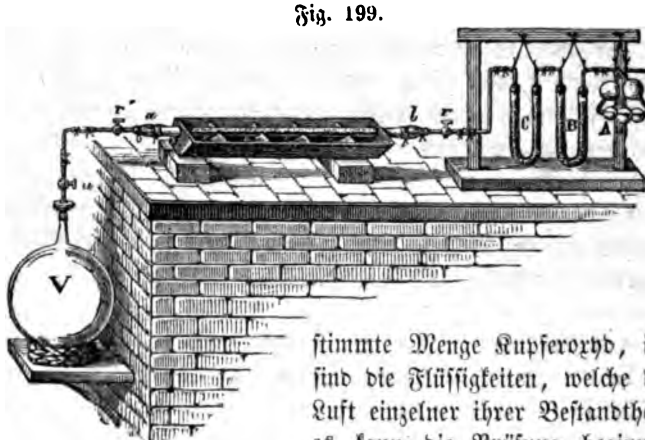
Man hebt die Kugel A ab, bringt sie mit dem Hahn auf eine gut rkende Luftpumpe und entleert sie möglichst vollkommen — das möglichst llte hier eigentlich nicht stehen — sie sollten wirklich vollkommen entleert rden, aber dies liegt nicht im Bereich der Möglichkeit, wenn man nicht

eine Barometerleere herstellen, d. h. die Kugel mit drei bis vier Centner Quecksilber füllen, an den Hahn ein 2 Fuß 6 Zoll langes Rohr schrauben und die Kugel nun auslaufen lassen will, in welchem Falle schließlich in dem Rohre noch 28 Zoll hoch Quecksilber stehen bleiben, die Kugel aber vollkommen luftleer sein wird (vorausgesetzt, daß man sie mit Quecksilber gefüllt, vor der Umkehrung so weit erhitzt hat, daß sie die Luftbläschen, die sich an dem Rande ansetzen, entlassen hat).

Man sieht leicht, daß hier Bedingungen vorliegen, die nicht erfüllt werden können. Drei bis vierhundert Pfund Quecksilber sind allein eine Ausgabe von 600 bis 800 Thalern. Eine Last von 4 Centnern aber trägt keine Glaskugel, und würde man sie dazu endlich auch stark genug machen, so würde sie beim Erhitzen oder Auskochen zerspringen, und geschähe dieses nicht, was für Veranstaltungen brauchte man nun, um diese Kugel zu bewegen, umzukehren ꝛc. ꝛc.

So hält man sich denn an die Luftpumpe und thut damit das Mögliche, da man nicht das Vollkommene erzielen kann. Die so luftleer gemachte Kugel wird nun abermals gewogen und aus der Größe des Gewichtsverlustes schließt man auf die Größe des Inhalts — die Kugel wiegt jetzt $2\frac{2}{3}$ Loth weniger als vorher, folglich hat sie einen Kubikfuß Inhalt.

Fig. 199.



Nunmehr bringt man diese Kugel an den Apparat; wir sehen sie bei V als Aspirator fungiren. In der Röhre ab ist eine genau bestimmte Menge Kupferoxyd, in C, B und A sind die Flüssigkeiten, welche dienen sollen, die Luft einzelner ihrer Bestandtheile zu berauben, es kann die Prüfung beginnen, sobald das Kupferoxyd in der Röhre ab glühend geworden. Man öffnet zuerst den Hahn r, dann r' und endlich sehr behutsam den Hahn v ein klein wenig.

Alsbald bringt aus der nächsten Röhre Luft nach V in den luftleeren Raum; diese Röhren sind nun luftverdünnt und fordern Ersatz, also kommt die Luft von C und B herzu und schließlich bringt die zu prüfende Luft durch den Liebigschen Apparat und nun ist das Experiment im Gange.

den Blasen, welche diesen Kugelapparat durchschreiten, erkennt man
dlich den Gang der Operation und kann sie durch mehreres oder min-
es Oeffnen des Hahnes v nach Erforderniß beschleunigen oder ver-
ern. Nach und nach treten die Blasen in die luftverdünnten Räume
gehen langsam den vorgeschriebenen Weg, hier den einen, dort den
ern Antheil absetzend, bis das glühende Kupferoxyd auch noch den
ierstoff absorbirt und der von allen Zusätzen freie Stickstoff in den
llon gelangt.

Die Rechnung ist nun folgende. Man wägt die jetzt mit Stickstoff
gefüllte Kugel und erfährt dadurch, nach Abzug des Gewichts der luft-
ren Kugel, wieviel Stickstoff man hat. Durch Abwägung des Glas-
res ab erfährt man, wieviel Sauerstoff mit diesem Stickstoff ver-
den war, was die Röhren B, C &c. mit Salzsäure, mit Chlorcalcium,
Aetzkali, mit Kalkmilch mehr wiegen als vor dem Experiment, es
t an, wieviel Ammonium, Wasserdampf, Kohlensäure, Schwefeldampf
r Schwefelwasserstoffgas &c. mit der zuerst gefundenen Menge Stickstoff
bunden war und es ist ein sehr genaues Resultat gewonnen. Die Ein-
ndung, daß man mit diesem Apparate nur die Luft desjenigen Raumes
tersuchen könne, in welchem er steht, ist eine ungerechte; denn indem
n mehrere Flaschen an einem beliebigen Orte mit der Luft dieses
tes dadurch füllen kann, daß man dieselben vorher mit Wasser gefüllt
diesem Orte ausgießt, wodurch die Luft des Ortes hinein dringt,
verkorkt, mit etwas Wasser darin umkehrt, so daß Wasser auf dem
rk steht, kann man die Luft in Flaschen bringen, wohin man will.
y Lussac hat auf diese Art Luft aus den höchsten Höhen, zu denen
gelangte, mit an die Erde gebracht und dort untersucht. Soll dieses
chehen, so öffnet man die Luftflasche unter Wasser und führt von dem
bigschen Apparat ein Glasrohr in die Flasche. Wie nun der Aspi-
or saugt, so zieht er die Luft aus der Flasche, welche man nach und
h immer tiefer senkt, wie dieselbe sich mit Wasser füllt für die ausge-
me Luft. Ist dieselbe bald entfernt, so schließt man die Hähne und
erbricht die Operation bis zu dem Augenblick, wo man die von Luft
geworbene Flasche mit einer andern vertauscht, dann öffnet man die
hne wieder und setzt die Operation fort.

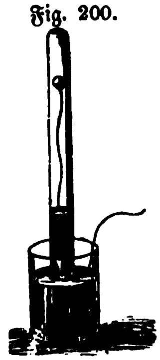
Eine andere Sache ist es mit den Leistungen selbst. Humboldt und
Gay Lussac hatten sich schon seit der Zeit, als die Lavoisiersche
sicht vom Sauerstoff als die richtige anerkannt wurde, mit den Unter
ungen über die Zusammensetzung der Luft auf das Angelegentlichste be-
ftigt und hatten mit einem so unvollkommenem Apparate, wie die da-
s gebräuchlichen, das Eudiometer mit Wasserstoffgas oder dasjenige

mit Phosphor, genau dieselben Resultate erzielt, welche man nad durch die feinsten und kostbarsten Apparate im Laufe eines halben hunderts erreichte.

Diese höchst einfachen Instrumente, deren wir bereits erwähnt verdienen wohl, daß man noch einen Blick darauf wirft, da sie größten Forscher unserer Zeit das Alpha und das Omega, der und das Ende der Mittel waren, über die sie zu gebieten hatten ihren Händen doch genug waren, um das bisher noch nicht Ueber zu leisten.

Wir haben bereits von der Neigung des Phosphors, sich m Sauerstoff zu verbinden, gesprochen; um sich seiner als Prüfung für die Luft zu bedienen, gießt man unter Wasser geschmolzenen Ph in eine kleine Kugelform, in welche man einen ziemlich langen Plati nur so stark, daß er die Kugel trägt, eingeklemmt hat. Der Ph umgiebt den Draht wie ein Wachskügelchen und dieses kann nun den Draht überall hin gebracht werden, wo man seiner Anw bedarf.

Fig. 200.



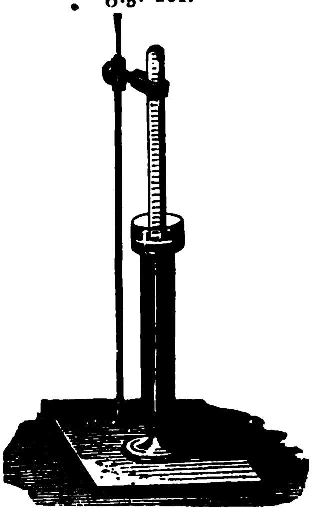
Man läßt in eine gleichmäßig ausgeschliffene Gla eine beliebige Quantität Luft treten und merkt sich a Genaueste den Standpunkt, bis zu welchem sie mit d gefüllt ist, der Rest wird mit Quecksilber gefüllt und Quecksilbergefäß umgekehrt, so daß die Oeffnung i Metall steht. In diese Röhre hinein bringt man die phorkugel und läßt dieselbe, durch den Draht dan wann höher oder niedriger geschoben, in der abgeschl Luft einen Tag lang stehen. Dabei wird die Luf vermindert und das Quecksilber wird in der Röhre steigen, aber sobald man messen will, senkt man die so tief in das Merkurgefäß, daß das flüssige Metall außen und gleich hoch steht.

In diesem Stande wird die Menge der Luft gemessen, welch in der Röhre ist, sie ist dasjenige, was nach Abzug des Sauer übrig bleibt, und Humboldt hat auf diese Weise gefunden, da hundert Theilen Luft 21 Sauerstoffgas, 79 aber Stickstoffgas sind. Sauerstoff hat sich mit dem Phosphor zu Phosphorsäure verbunde so ist der Phosphor verschwunden.

Das Eudiometer kann auch die bessere Form der Fig. 201. l hier sehen wir nämlich die Röhre, in welche die Luft gebracht werde schon in gleiche Theile getheilt, eine Mühe, welche der Mechanik gewöhnlich giebt, welche man jedoch sich selbst wohl machen darf,

nz leicht ist, bestimmte Gewichtsmengen Quecksilber nach und nach Röhre zu gießen und den Stand eines jeden neuen Antheils zu ssen. Es wird sogar sehr gut sein, eine fertig getheilte Röhre auf solche Weise üfen, da man dann gewiß weiß, ob sie ist.

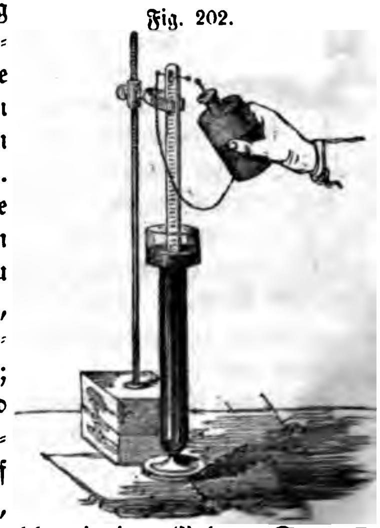
Fig. 201.



Was nächst der Theilung, die das Messen e Beobachtung verwandelt, an dem In- nte Gutes ist, das ist der lange Queck- ylinder, welcher gestattet, daß man die getheilte Röhre darin versenken kann, es nöthig sein sollte. Bei dieser Ein- ng ist es nun ganz leicht, das äußere as innere Niveau des Quecksilbers gleich chen, was bei Messung oder Beobachtung iftmenge durchaus nöthig ist.

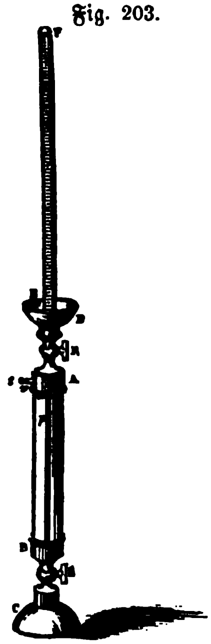
Das Eudiometer, welches Volta ge- te und welches Humboldt gleichfalls einahe immer mit jenem gleichzeitig bte, eines gewissermaßen zur Con- des anderen, stützt sich auf die chaft des Wasserstoffgases, mit dem stoffgas Knallgas zu bilden, von m wir bereits vollständig gehandelt. bringt in eine graduirte Röhre beliebige Menge der zu prüfenden und fügt hierzu eine ganz genau Menge reinsten Wasserstoffgases, wie Fig. 202. zeigt, einen elektri- Funken durch das Gasgemenge; steht eine kleine Erschütterung und t sich ein Theil des Wasserstoff- mit dem vorhandenen Sauerstoff sser verbunden, wir wissen bereits, zwei Volumina Wasserstoff sind, welche mit einem Volumen [illegible] sser werden. Die Figur zeigt den Apparat, wie er mit [illegible] ssen ist; dies hat den großen Vortheil, daß man [illegible] n nicht nur die beiden übrigen Gasarten, das [illegible] rstoffgas und das Stickstoffgas, sondern auch das [illegible]

Fig. 202.



brennung, das Wasser oder den Wasserdampf hat, welcher verloren geht, wenn man unter Wasser operirt.

Fig. 203.



Die Franzosen bedienen sich noch eines andern Eudiometers, welches in Fig. 203 dargestellt ist — hier hat man gewöhnlich mit Wasser zu thun; wenn die Hähne von Eisen sind, so darf man auch Quecksilber anwenden. Das Verpuffungsinstrument reicht von C bis D; das Meßinstrument E F steht auf dem Verpuffungsinstrument. Dies letztere ist eine starke cylindrische Röhre mit Fassungen von Messing oder Eisen A und B, welche beide Hähne, R und S, haben, ebenso aber Trichter, C und D.

Durch die obere Fassung ist eine Oeffnung gebohrt, in welche man eine kleine Glasröhre ankittet, durch die der Draht geht, welcher den elektrischen Funken von einem Elektrophor oder einer elektrischen Flasche nach dem Innern leitet, um das Gasgemenge zu entzünden. v zeigt diese kleine Röhre und t den Knopf, der am Ende des Drahtes sitzt, welcher den Funken von außen auffängt; r ist ein dünner Streifen Metall, der von der oberen Fassung A nach der unteren B reicht und die elektrische Leitung vermittelt.

Die Verpuffungsröhre wird mit beiderseitig geöffneten Hähnen in ein Gefäß mit Wasser getaucht, so daß es ganz damit gefüllt ist. Nun schließt man den obern Hahn R und läßt durch den untern Trichter C und den Hahn S atmosphärische Luft in den Glascylinder treten; natürlich eine genau gemessene Quantität, welche so viel als die Hälfte der graduirten Röhre E F füllen würde; eine eben so große Menge Wasserstoffgas bringt man gleichfalls in das Verpuffungsgefäß und nun ist der Apparat zu dem Experiment vorbereitet.

Der Hahn R ist geschlossen. Regnault empfiehlt auch den Hahn S zu schließen, damit bei der Explosion nichts verloren gehe. Der Verfasser räth einem Jeden, Regnault's Empfehlung nicht zu befolgen; denn, falls beide Hähne verschlossen sind und die Explosion nun vor sich geht und nicht jedesmals der Glascylinder in viele Stücke zersprengt wird, zur großen Gefahr des Experimentators, so ist es durchweg eine Art Wunder, welche sich allerdings wiederholen kann, welche jedoch immer damit endet, daß irgend, wenn einmal dieses nicht eintritt, ein großer Schade geschehen kann.

Läßt man hingegen den Hahn S geöffnet, so kann das Wasser, welches

eben der explodirenden Luft in der Röhre vorhanden ist, entweichen, und es wird die sehr erhitzte Luftmasse sich nach Bedarf ausdehnen können. Hauptsächlich aber wird der Schlag der Explosion durchaus nicht mit seiner ganzen Gewalt wirken können, und dieses ist schon genug, um viel Unglück zu verhindern. Die Luft, welcher eine gewisse Ausdehnung gestattet ist, hat mit dem Rest, der ihr nicht gestattet ist, grade dadurch, daß es nur ein Rest ist, eine so sehr viel geringere Gewalt, daß dasjenige, was unter anderen Umständen eine Zertrümmerung des Gefäßes herbeigeführt hätte — nunmehr eine solche nicht besorgen läßt.

Es handelt sich jetzt noch darum: zu messen, wie viel Luft nach der Explosion übrig geblieben ist. Dies macht man so, daß man die Meßröhre E F entweder mit Wasser, oder wenn man alles unter Quecksilber vornahm, mit Quecksilber füllt und in den Trichter D umstülpt. Dabei bleibt natürlich die Röhre E F, falls sie nicht mehr als 28 Zoll lang ist, ganz voll Quecksilber, unter obigen Umständen bleibt sie ganz voll Wasser, wäre sie auch 28 Fuß statt 28 Zoll (natürlich dürfte sie nicht länger als 32 Fuß werden, weil dieses dem Druck der Atmosphäre gleich käme, allein eine solche Klausel braucht man ohnedies nicht zu der Beschreibung des Experiments zu fügen, denn länger als 2 Fuß pflegt man die Röhre E F beinahe niemals zu machen).

Wenn man nun, da der Hahn S schon offen ist und der Trichter C in einem Gefäß mit Wasser (oder Quecksilber) steht, auch den Hahn R öffnet und gleichzeitig das Verpuffungsgefäß immer tiefer in die Flüssigkeit senkt, in der es steht, so erreicht man, daß die Luft, welche nach der Verpuffung übrig blieb, in das über den Hahn R stehende getheilte Rohr steigt und dafür der Inhalt desselben, das Wasser oder Quecksilber, welches darin enthalten war, in die Schale D und aus dieser durch die Oeffnung des Hahnes R in die Verpuffungsröhre abfließt, wo sie die entweichende Luft räumlich ersetzt.

Aus der Menge Luft, welche in das Rohr E F steigt, erkennt man durch die bereits früher angeführte, höchst einfache Rechnung den Sauerstoffgehalt der zu prüfenden Luft. Man hat 50 Theile Luft mit 50 [illegible] Wasserstoffgas in Verbindung gebracht. Nach der Verpuffung [illegible] 70 Theile statt 100. Man sagt: zur Verbrennung von 2 [illegible] stoffgas gehört ein Volumen Sauerstoffgas; da nun [illegible] dreißig verschwunden sind, so waren davon 20 [illegible] Sauerstoffgas; die zu prüfende Luft war also nicht [illegible] schlechte: als vollständig gute Luft hätte sie haben müssen [illegible] stoff auf 50 Luft, es hätten [illegible] zählen müssen; da aber nur 2[illegible]

genug Sauerstoff vorhanden war, um 21 Theile Wasserstoff zu verbrennen; die zu prüfende Luft hat also nicht den Normalbestand von Sauerstoff und Stickstoff, sondern des ersteren zu wenig.

Es ist keine Frage, daß die beiden Gasarten, Stickstoffgas und Sauerstoffgas, in der Verbindung, in welcher sie als atmosphärische Luft erscheinen, nicht einen neuen, chemisch organisirten Körper bilden, sonst müßte das Verhältniß, in welchem sie zu einander stehen, ein ganz constantes bleiben; allein es wechselt um mehrere Procente, und dieses allein beweist, daß die Luft keine chemische Mischung sei, aber auch die Auflöslichkeit der Luft in anderen Körpern beweist dieses. Es giebt mehrere Substanzen, welche große Neigung haben, Gasarten zu absorbiren; hierher gehört die Kohle, das Wasser und andere mehr.

Wäre nun Luft ein Körper, so würde Wasser diesen Körper in sich aufnehmen, wie wir ihn kennen als ein Gemenge von 21 Theilen Sauerstoff und 79 Theilen Stickstoff.

So ist es aber nicht; Wasser nimmt Luft in nicht unbeträchtlicher Menge auf, aber nicht als atmosphärische Luft, sondern als Sauerstoff und Stickstoff, meistens in dem Verhältniß von 32 Sauerstoff zu 68 Stickstoff, wahrscheinlich eine große Wohlthat für die Thiere, welche im Wasser leben und welche eben so gut wie die Landthiere auf den Sauerstoff der Luft angewiesen sind, welche nun aber in dem Wasser eine viel größere Menge Sauerstoff aufgehäuft finden, als in der atmosphärischen Luft.

Der Sauerstoff des Wassers ist für sie nicht athembar, der Sauerstoff der eingesogenen Luft ist es, welcher durch die auf das wunderbarste weit ausgedehnte Oberfläche der Kiemen aus dem Wasser abgesondert wird — ein ganz mechanischer Vorgang, während die Abscheidung des Sauerstoffes aus dem Wasser einen chemischen Prozeß fordern würde, den das Thier nicht herbeiführen kann, wenn es nicht selbst in seinen Stoffen, also in seiner Existenz, verändert werden soll. —

Das Kaliummetall, welches durch Berührung mit dem Wasser den Wasserstoff daraus scheidet, indem es den Sauerstoff an sich rafft — bleibt nach dieser Arbeit nicht mehr Kaliummetall, sondern wird Kaliumoxyd. So müßte, wenn der Fisch den Sauerstoff aus dem Wasser ausschiede, erstens Wasserstoff frei werden, welches nicht geschieht; zweitens müßte das Ausscheiden oder Absorbiren des Sauerstoffes zur Folge haben, daß der Fisch aufhörte Fisch zu sein und oxydirter Fisch würde, welches auch nicht geschieht. So sehen wir, daß die zum Lebensprozeß des Fisches nöthige Menge Sauerstoff nicht aus dem Wasser, sondern aus der darin enthaltenen Luft hergenommen wird.

Für das Leben dieser Thiere im Wasser, in einer Substanz, welche

ihnen körperliche Wärme in viel größerer Menge entführt, als die Luft thut, scheint eine größere Menge Sauerstoff eine unerläßliche Bedingung des Lebens zu sein; wir finden dasselbe auch um 10 bis 11 Prozent mehr im Wasser aufgelöst als in gleichen Antheilen Luft in der Atmosphäre vorkommt. Was dort wohlthätig ist, würde hier wahrscheinlich nachtheilig sein. Den Säugethieren und Vögeln ist eine geringere Menge Sauerstoff zugemessen und doch eine genügende, weil ihre Athemwerkzeuge viel umfangreicher sind. Man hat Versuche mit Thieren gemacht, welche man in reinem Sauerstoffgas leben lies und hat gefunden, daß sich ihr Blut überaus schnell oxydirte, in einen entzündlichen Zustand überging und daß sie in Folge dessen viel früher starben, als eigentlich ihr Ziel ihnen gesteckt war. So lange der Körper es ertrug, befanden sie sich sehr wohl; eine weit erhöhete Thätigkeit ließ sie in einen Zustand gerathen, der an den beginnenden Rausch erinnert, in welchem der Mensch z. B. zu allerlei Aeußerungen von Lust, Uebermuth, Glückseligkeit geneigt ist, allein wenn der Versuch fortgesetzt wurde, so hatte er stets ein Erliegen und ein frühzeitiges Erlöschen der Lebenskraft zur Folge; es scheint also, als ob der Stickstoff, welcher der Atmosphäre als Verdünnungsmittel für den Sauerstoff beigemischt ist, durchaus nothwendig wäre. Wunderbar weise ist dabei die Einrichtung, daß eben dieses Verdünnungsmittel selbst ganz indifferent ist, daß dieses Stickstoffgas weder eine Säure noch eine Base bildet, weder mit einer Säure noch einer Base Verbindungen eingeht, sondern stets ganz unverändert, stets sich selbst gleich, nur der Träger anderer Stoffe ist, welche für das Leben der Thiere und der Pflanzen von so großer Wichtigkeit — nämlich des Sauerstoffes, des Wassers in Dampfgestalt und der Kohlensäure.

Mit Einathmen des Sauerstoffes im reinen Zustande hat man auch an Menschen Versuche gemacht und hat vermocht Krankheiten, welche sich in Folge erschöpfter Lebenskraft einstellten, zu heben. Eine Gesellschaft in England, welche sich die pnewmatic Society nannte und bei welcher Davy, damals noch Lehrling eines Dorfapothekers und Doctors Barklay in Penzanze, seine Laufbahn anfing, hatte sich die Aufgabe gestellt, die Einflüsse der verschiedenen Gase auf den thierischen Körper zu prüfen und hätte somit, wenn die Versuche lange genug fortgesetzt worden wären, wohl etwas leisten können; sie trat zu bald von dem Schauplatz ab, jedoch nicht ohne dem Gedanken an die Möglichkeit, durch Einathmen verschiedener Gase auf Kranke wirken zu können, Geltung verschafft zu haben, und so wurden denn von mehreren Aerzten in großen Städten, wo die Mittel zur Beschaffung der Gase nicht fehlten, Versuche gemacht, an Schwindsüchtigen mit einer stickstoff- und kohlenstoffreicheren, sauerstoffärmeren Luft, an

anderen Leuten, bei denen der erschöpften, trägen Fleisch- und Fettmasse das belebende Prinzip fehlte, mit einer sauerstoffreicheren Luft, mit reinem Sauerstoff, und es wurden, wie sich vermuthen ließ, bedeutende Resultate gewonnen. Nur wenig Aerzte aber bemüheten sich um die Ausbildung dieser neuen Heilmittellehre, weil es ihnen zu umständlich war, die Gase zu bereiten oder auch nur die richtige Anwendung derselben zu überwachen, und so schlief die Sache wieder ein, obschon ein jeder denkende Arzt zugestand, daß sie von nicht geringer Wichtigkeit sei, weil hier ein directes Eingreifen in die innersten Theile des Organismus thunlich (in die Lungen), zu denen auf dem gewöhnlichen Wege zu gelangen, ganz unmöglich.

Wenn wir sehen, wie ungeheure Massen von Sauerstoff durch die Thiere der Erde, wie ungeheure Massen von Kohlensäure durch die Pflanzen verzehrt werden, so liegt die Frage sehr nahe: „wie lange wird der Vorrath von beiden in der Atmosphäre reichen und ist das Verhältniß, in dem die Gase innerhalb der Atmosphäre zu einander stehen, ein unwandelbares?"

Die letzte Frage zuerst beantwortend aus der Geschichte der Erde, werden wir sagen müssen: nein, sie ist nicht unwandelbar; es hat eine Zeit gegeben, in welcher die Sauerstoffmenge viel größer gewesen ist, als jetzt; das war die Periode, in welcher die Elemente der Erde noch in glühendem Fluß sich mit dem Sauerstoff zu den Oxyden verbanden, als welche wir sie mit ganz wenigen und an Masse höchst geringfügigen Ausnahmen (die wenigen gediegenen Metalle) finden; es hat eine Zeit gegeben, in welcher die viel ausgedehntere Atmosphäre die Kohlensäure in ungeheuren Massen enthielt und wo sie, nachdem die Erde weit genug abgekühlt war, den Pflanzen eine so reichliche Nahrung bot, daß wir jetzt tausende von Kubikmeilen festen Kohlenstoffes in dem ältesten Anthracit, Graphit, Steinkohlen, in den jüngern Braunkohlen und in den jüngsten Schichten, den Torflagern wiederfinden.

Gewandelt ist also die Atmosphäre verschiedene Male, ist zusammengesunken auf ihre jetzige viel geringere Ausdehnung, ist auf ihr jetziges Mischungsverhältniß gekommen. Nun frägt sich's: wie lange wird der Vorrath noch dauern und wird die Atmosphäre nicht ferneren Wandlungen unterliegen?

Da läßt man am liebsten Zahlen sprechen:

Die Atmosphäre der Erde hat ein Gewicht, welches gleich ist einer Quecksilbermasse von 28 Zoll Höhe, über die ganze Erde ausgebreitet. Dieses würde 11 Trillionen Pfund betragen; davon beträgt das Gewicht des Sauerstoffes zwei Trillionen und 300,000 Billionen Pfund. Die Physiologen sind über die Menge Luft, welche ein Mensch aus- und ein-

hmet, nicht ganz einig; Lavoisier nimmt, auf Beobachtungen gestützt, : es betrage 230,185 Kubikzoll in 24 Stunden; Davy schlägt es auf niger, nämlich auf 227,500 an; dagegen behauptet Menzies, die asse der eingeathmeten Luft betrage 257,400, also mehr als Lavoisier giebt*). Nimmt man aus diesen drei Angaben die Mitte und reducirt n diese Zahl auf ein Fünftel als desjenigen, was aufgenommen, was n der Atmosphäre an Sauerstoff verloren wird, so kommt die nicht un- trächtlich scheinende Summe von 47,672 Kubikzoll heraus. — Bringt m diese Zolle auf Fuße, so beträgt die große Summe von Kubikzollen ch nicht volle 28 Kubikfuß, oder im Jahre 10,220 dergleichen. mmt man die gesammte Menschheit zu 1000 Millionen an, wie man wöhnlich zu thun pflegt, so verzehrt diese in einem Jahre zehn Billionen d 220 Millionen Kubikfuß. Erschrick nicht, lieber Leser — es macht ch lange nicht eine Kubikmeile, denn diese hat beinahe 14 Billionen bikfuß, nämlich 13,824000,000000 (die Meile zu 24,000 Fuß Länge).

Die Erde hat einen Oberflächengehalt von 9,280,000 Quadrat- ilen. Die Luft, wenn sie so zusammengedrückt würde, daß sie überall : Dichtigkeit hätte, welche sie an der Oberfläche der Erde zeigt, würde r noch eine Meile hoch sein. Alsdann an der Oberfläche der Erde cht dichter als eine Meile hoch, sondern als unzusammendrückbar ange- mmen; es ist ganz gleichgültig wie wir dies betrachten, wir vermehren er vermindern durch solche Annahmen die Luftmenge nicht, wir brin- n sie nur in eine bequemere Form; wir können dadurch ein leichter liches Bild gewinnen und können nunmehr sagen: Die Erde, neun illionen Quadratmeilen Oberfläche haltend, ist bedeckt von einem Luft- ere von 9 Millionen Kubikmeilen Inhalt. Würde nun die Menschheit rklich aus 1000 Millionen erwachsener Menschen bestehen und diese rklich alljährlich 8 Zehntheil einer Kubikmeile Sauerstoff verzehren, und irde es möglich sein, daß dieses bis auf die letzte Spur geschehe, so irde wir doch für fünf Millionen Jahre ausreichen.

Nehmen wir nun an, daß die übrigen Thiere auf der Erde und die erbrennungsprozesse das Neunfache von dem verbrauchen, was die Men- en an Sauerstoff consumiren, so würde doch binnen 1000 Jahren der

*) Nach genauen Versuchen mit einem Expirator athmet der Verfasser in je fünf cunden einmal und er braucht dabei 50 Kubikzoll, jeder 7te bis 8te Athemzug ist er einer jener tiefen Züge, welche die ganze Lunge erfüllen — sein Resultat ergiebt 0 Kubikzoll; durchschnittlich beträgt also ein Athemzug das Doppelte von 50, also 0 Kubikzoll, das giebt in 24 Stunden 288,000 Kubikzoll.

Sauerstoff erst um die Hälfte eines Tausendtheiles abnehmen. Hieraus allein geht hervor, daß wenn auch eine Abnahme des Sauerstoffes wirklich stattfände, wir dieselbe mit unsern Instrumenten nicht aufzufinden vermöchten, denn es ist noch nicht lange her, daß wir genau genug messen können, um zu sagen — so viel Sauerstoff war damals in der Luft; wie viel ist jetzt vorhanden?

Es stellt sich aber die Sache noch ganz anders und viel unwandelbarer als wir glauben. Da die Quantität Sauerstoff, welche die Thiere verbrauchen, sich mit der Kohle ihres Blutes zu Kohlensäure verbindet, so wird die Luftmenge nicht verringert, es wird ein Theil hier nur verändert, in eine andre Luftart umgesetzt. Diese Luftart aber brauchen die Pflanzen, um zu wachsen, sie nehmen aus der Kohlensäure den Kohlenstoff auf und entlassen dasjenige, was ihm Luftgestalt gab. In ganz gleicher Weise ist es mit dem Verbrennen der mineralischen Brennmaterialien, wie der vegetabilische Torf, Steinkohle ꝛc.; dieselben verbrauchen bei dem Verbrennen in unsern Heerden, unsern Oefen, unsern chemischen Fabriken große Mengen Sauerstoff (groß für uns und in Fußen ausgedrückt — klein im Verhältniß zu der Masse der Atmosphäre) und gehen damit zu Kohlensäure verbunden in die Luft, aber diese Kohlen werden auf solche Weise für die jetzt bestehende vegetabilische und animalische Schöpfung nutzbar. Auf Steinkohle, auf Torf, auf Braunkohle wächst nichts; diese Substanzen verbrannt zu Kohlensäure nähren Tausende, nähren viele Millionen wachsender Pflanzen, die Schätze, welche aus früheren Perioden des Erdballs in demselben unfruchtbar, für die Gegenwart aufgespeichert lagen — diese Schätze werden jetzt an das Licht gezogen und werden die Mittel zur Ernährung vieler Pflanzen.

Die Vegetabilien werden aber wieder Mittel zur Ernährung von Thieren und Menschen und so vermehrt die wachsende Menge von Pflanzen das Menschengeschlecht und das wachsende Menschengeschlecht vermehrt durch die Cultur die Menge der Pflanzen, diese aber geben auch zugleich den Sauerstoff her, der die animalische Schöpfung beim Leben erhält, so wie umgekehrt die Thierwelt und überhaupt die Verbrennungsprozesse, sie mögen nun physiologischer oder chemischer Art sein, die Kohlensäure hergeben.

Es findet hier eine wunderbare Ausgleichung statt. Versuche haben gelehrt, daß bei der Verbrennung, gleich viel, auf welche Art sie geschehe, für einen Raumtheil Sauerstoff, der verbraucht wird, ein Raumtheil Kohlensäure erzeugt wird — nicht Gewichtstheil, denn die Kohlensäure ist schwerer als der Sauerstoff; dieser enthält auf demselben Raum nur sein eigenes Gewicht; die Kohlensäure, ein zusammengesetzter Körper, enthält

f demselben Raum außer dem Sauerstoff auch noch den damit chemisch rbundenen Kohlenstoff, daher die größere Schwere bei gleicher Räumhkeit.

Das Umgekehrte geschieht bei der Desoxydation. Die Pflanzen nehm einen Raumtheil Kohlensäure auf, behalten die Kohle für sich und ben einen eben so großen Raumtheil Sauerstoff an die Atmosphäre ab. iese wunderbare Einrichtung in der Oekonomie der Natur hat zur Folge, ß die Menge der Luft sich gleich bleibt. Ist nun der Verbrauch an hlensäure durch die Pflanzen gleich dem Verbrauch an Sauerstoff durch Thiere, so ist wiederum die Folge und zwar die nothwendige, nicht zulehnende Folge, daß die Beschaffenheit der Luft ganz dieselbe bleibt.

Es scheint, als fände ein ganz Gleiches wie mit dem Sauerstoff so ch mit dem Stickstoff, statt. Einen Theil des Stickstoffes der Atmohäre nehmen die Pflanzen in sich auf, um einzelne Substanzen, die zu rer Existenz nöthig sind, zu bilden, Eiweisstoff u. dergl. In wahrscheinh noch höherem Grade thun dieses die Thiere und man sollte meinen, müßte dadurch die Luft nach und nach ärmer werden an Stickstoff, lein Pflanzen und Thiere gehen in Verwesung über, werden zersetzt von r, in ihnen eingeschlossen gewesener Stickstoff geht als Ammoniak wieder die Atmosphäre, den verlorenen Stickstoff ersetzend.

Der Vorgang kann nicht geläugnet werden, der Geruch verwesender hiere und Pflanzen giebt die Ammoniakentwickelung zur Genüge zu erkenn, es früge sich nur noch, ob es möglich sei, das Vorhandensein des mmoniaks in der Atmosphäre wirklich nachzuweisen und dies ist mehreren hemikern, Gräger, Fresenius, Liebig, Kemp und andern, gelungen nd zwar haben sie so abweichende Resultate erhalten, daß man sagen uß, es machen Sommer und Winter, Tag und Nacht, einen so auffallenn Unterschied, wie sichs auch wohl nicht anders denken läßt, wenn man cht vergessen will, daß der Winter die Körper zum großen Theile in rren Zustand versetzt, in diesem aber der Chemismus ruht, Zerzungen nicht stattfinden, also natürlich auch nicht Gasentwickelungen — türlich also auch nicht Fäulniß, der letzte Grad der Zersetzung organiser Körper, und so hat sich denn durch sehr ausgedehnte Versuche gezeigt - so ist körperlich vorhanden gefunden worden, im eigentlichen Winter, dem Vierteljahr des Frostes, des Eises und Schnees, vier bis sechs illiontheile Ammoniak, im Herbst ungefähr 30 (28 bis 29) Million eile, im Sommer, Juli und August, 43 bis 50 Milliontheile, im Winter ithin sehr viel weniger als im Sommer, allein vorhanden war das Am miak immer, selbst im Gletschereise, welches desselben wenigstens noch zu nem Milliontheile enthielt.

Die Versuche wurden durch einen Aspirator (Fig. 194) gemacht, welcher beträchtliche Quantitäten vorher getrockneter Luft durch solche Uförmige Röhren zog, welche mit Asbest locker gefüllt waren, nachdem man denselben mit Salzsäure beträufelt hatte.

Nicht minder gewiß ist geworden, daß in der atmosphärischen Luft Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und Kohlenoxydgas enthalten ist. So wie man Sauerstoff in einer Luftmenge dadurch nachweisen kann, daß man durch denselben glühendes Kupfer oxydirt, so kann man Wasserstoff nachweisen, indem man Kupferoxyd desoxydirt; im letzten Falle verbindet sich das Wasserstoffgas mit dem Sauerstoff des glühenden Oxydes zu Wasser und das Kupfer bleibt metallisch zurück; so haben es Verver und Boussignault gemacht und so haben sie freies Wasserstoffgas in fünf bis dreizehn Raumtheilen auf 100,000 gefunden.

Wir haben bereits früher gesagt, daß nicht blos das Wasser, sondern auch das Eis, ja selbst noch bei 30 Grad unter Null, verdunste, daß also feste Körper einen Theil ihrer Masse an die Umgebung absetzen, wie schon dieses sich besonders deutlich an Riechstoffen zeigt, welche durch die Nase nicht wahrgenommen werden könnten, wenn sie nicht etwas an die Luft verlören, welches durch die überaus empfindlichen Geruchsnerven aufgefangen wird, wir können ja entschieden den Eisengeruch von Messinggeruch unterscheiden, also auch Eisen und Messing verdunsten — was Wunder, wenn Kranke, Pestkranke, Pockenkranke, die doch eine Menge Feuchtigkeit in sich haben und bei denen man die Ausdünstung in jedem Augenblick materiell nachweisen und vorzeigen kann, was Wunder, wenn Pestkranke Ansteckungsstoffe ausdünsten.

Wie findet man diese, wie weist man sie nach, wie sehn sie aus, wie riechen sie?

Es dürfte sehr schwer sein, diese Fragen zu beantworten. Das Contagium, den flüssigen oder festen Ansteckungsstoff der Pocken, der Psora, der Lepra können wir nachweisen, den Ansteckungsstoff der Pest schon nicht mehr, denn viele Leute kommen mit Pestkranken in Berührung — Aerzte haben sich den Peststoff eingeimpft, andere haben denselben auf die Zunge genommen, ohne krank zu werden, indessen in derselben Stadt, wo die Pest herrscht, Leute von dieser Krankheit befallen wurden, welche nicht mit Kranken in Berührung gekommen, welche nur durch die Straße geritten sind, ohne sich eine Stunde lang in den verpesteten Orten aufzuhalten. Der Krankheitsstoff der orientalischen Pest scheint sich an Substanzen zu setzen, die leicht von der Luft zu durchdringen sind, Wolle, Baumwolle, Flachs, an Zeuge, aus diesen Substanzen gewebt; der Krankheitsstoff scheint daran viele Jahre zu haften, eine ganze Familie ist fünfzig Jahre

einer Pest in Livorno an dem endlichen Ausschütten einer gerichtlich ihrten Erbschaft gestorben; es befanden sich mehrere Stücke Leinwand rollt und fest verpackt bei dieser Erbschaftsmasse — die Person, welche dieser Stücke öffnete, um dessen Beschaffenheit zu untersuchen, wurde er Pest befallen und das ganze von ihr bewohnte Haus starb aus. brachte die Leinwand in eine Kalilauge und wusch sie dann aus — nd bekam mehr die Pest, der Ansteckungsstoff war da, er konnte ört werden — ihn abgesondert darzustellen ist jedoch noch gelungen und so weiß man auch nichts von dessen Beschaffenheit n „höher organisirte Materie" — ihn „hoch organisirten Antheil nicht flüchtigen Materie" zu nennen, ist eines jener wohl angewende-ülfsmittel, welche Göthe's Mephisto so trefflich darstellt.

Es ist dem Lehrer, der es ernst mit dem Wissen und mit der Verng der Wahrheit (nicht der Hypothese oder der Träumerei) meint, mständiger zu sagen, er wisse hiervon nichts, als mit hochtönenden m leere Gedankenspiele in die Welt zu schicken. Das einzige Wahre ist die Thatsache, daß die gelehrtesten Aerzte über Contagium und ma, über Ansteckung durch Berührung oder durch Aufnehmen aus der hne Berührung mit den Kranken oder Uebertragung durch ein Zwiittel, Kleider, Betten ꝛc., durchaus verschiedener Meinung sind, daß selben Zeit eine und dieselbe Krankheit für ansteckend und für nicht end, für contagiös und für nicht contagiös, für miasmatisch und für miasmatisch ausgegeben worden ist. Fechner hat in seinem mit dem ndsten Witz geschriebenen Büchlein „Schutzmittel für die Cholera" hundert anderen Ansichten auch diese aufgeführt:

Kleiner Cholerazeitung I. 27. „Die Cholera ist nicht miasmatisch sondern contagios."

Radius Cholerazeitung I. 86. „Die Cholera ist nicht contagios sondern miasmatisch."

Kleiner 87. „Die Cholera pflanzt sich nicht durch Kleidung fort."

Walker. „Die Cholera wird durch Kleidung fortgepflanzt."

Radius I. 151. „Einer der ausgezeichnetsten Aerzte Berlins hält es für Unsinn, die Krankheit wie die Pest durch Sperren abhalten zu wollen."

Radius I. 5. „Die Krankheit pflanzt sich durch Contagium fort, strenge Sperren sind daher nothwendig."

Es genügt an diesen wenigen Gegensätzen aus hundert herausgegriffen zu beweisen, daß man von Contagium und Miasma so viel wie chts wisse, denn was Fechner zu der glänzendsten Satyre benutzte,

die jemals geschrieben worden (den Pasquillanten **Horaz** und den
Rabener nicht ausgenommen), dieses ist von den einzelnen Ve
auf das Ernsthafteste gemeint und gesagt worden.

Chemische Verbindungen von Stickstoff und Saue

Wenn wir hier von der Atmosphäre gesprochen, so geschah e
bereits am Anfange bemerkt, nicht als einer Verbindung des Stickstof
dem Sauerstoff zu einem neuen Körper, wohl aber als der un
und die ganze Thier- und Pflanzenwelt und die ganze Erde auf das
meinste umgebenden Mengung der beiden Luftarten zu dem unentbehr
aller Lebensbedürfnisse der Thier- wie der Pflanzenwelt.

Ein völlig Anderes ist es mit den eigentlichen chemischen Verb
gen dieser beiden Elemente, des Stickstoffes und des Sauerstoff
neuen Körpern. Die neuere Chemie hat solcher Verbindungen fünf i
Reihe aufgestellt, welche häufig als ein ausgezeichnetes Beispiel f
Lehre von den Verbindungen der Körper nach Ein- und Vielfach
Sauerstoffes benutzt wird, wiewohl man eine große Menge andere
spiele hat, welche eben so gut dazu dienen könnten, indeß wieder an
das ist eben das Ueble, das Unsystematische in der Natur — sich
schönen Gesetz nicht fügen wollen. Man weiß sich allerdings zu
man sagt, die Zwischenstufen sind noch nicht entdeckt, allein wahr i
mal, so lange diese Zwischenstufen nicht entdeckt sind, hat das Ges
das System empfindliche Lücken — die Natur liebt einmal die S
nicht, sie verlangt Freiheit; die Fesseln, welche die Gelehrsamkeit ihr
legen versucht, sind ihr zuwider, sie wirft sie von sich, wie es irgen

Der Stickstoff geht mit dem Sauerstoff fünf verschiedene ch
Verbindungen ein, in welchen zuerst der Sauerstoff mit dem Stick
ganz gleichen chemischen Antheilen (1 N und 1 O oder NO) vorkom
jeder folgenden aber um einen solchen Antheil wächst, also zuerst NO
NO_2, hierauf NO_3 — NO_4 und endlich NO_5.

Die ersten beiden Verbindungen NO und NO_2 heißen Stickstoff
und Stickstoffoxyd, sie sind beide luftförmig und haben keine lebhafte
sche Verwandtschaft mit andern Körpern oder sie sind indifferent, w

Chemiker sagt. Die drei andern sind Säuren; allein diejenigen, welche man salpetrige Säure NO_3 und diejenigen, welche man Untersalpetersäure NO_4 nennt, sind gewöhnlich auch noch gasförmig und werden nur bei starker Erkältung oder großem Druck tropfbar flüssig, die letzte Verbindung aber NO_5, die Salpetersäure, ist jederzeit flüssig und gehört zu den wichtigsten Hülfsmitteln des Chemikers, daher und weil die andern niederen Oxydationsstufen meistens mit ihrer Hülfe erlangt werden, wollen wir diese, ihre Eigenschaften, ihre Darstellung ꝛc., zuerst beobachten; zugleich ist sie von allen Verbindungen des Stickstoffes mit dem Sauerstoff diejenige, welche am allgemeinsten bekannt ist und welche unter dem Namen Scheidewasser in den verschiedenen Gewerben eine sehr mannigfaltige Anwendung findet, wiewohl man nicht glauben muß, daß dieses Salpetersäure sei in dem Sinne, in welchem der Chemiker gewohnt ist die Sache aufzufassen; es ist stark mit Wasser verdünnte und sehr verunreinigte Salpetersäure. Das Letztere ist ein Fabrikationsfehler, das Erstere aber, die Verdünnung mit Wasser, ist allen Sauerstoffsäuren eigen, es sind Hydrate, es sind Verbindungen der eigentlichen Säuren mit Wasser und theils lassen sie sich gar nicht, theils nur sehr schwierig wasserfrei darstellen. Meint man solche Säuren, so benennt man sie auch so; im Uebrigen macht man unter den wasserhaltigen Säuren noch insofern einen Unterschied, als man diejenigen, welche nur grade das Quantum Wasser haben, welches sie brauchen, um Hydrate zu sein, concentrirte Säuren nennt, die andern aber, welche mehr Wasser enthalten, als zur Hydratbildung erforderlich, mit der Beibezeichnung „verdünnte“ belegt. Scheidewasser ist eine solche verdünnte Säure.

Dem Verfasser eines Lehrbuches der Chemie begegnet auf jedem Schritte die Unannehmlichkeit, Dinge nennen zu müssen, welche der Leser noch nicht aus dem Buche kennt — so ist es auch hier wieder; man will wissen, wie Stickstoff und Sauerstoff zu der Säure werden, welche im Handel vorkommt, da muß der Verfasser ein Oxyd eines Metalles, welches der Leser noch nicht kennt, das Kaliumoxyd, als bekannt voraussetzen, muß dem Leser glauben lassen, er wisse, was Salpeter sei, nämlich salpetersaures Kali, in welchem die Salpetersäure bereits fertig ist und nicht gemacht, sondern nur *abgeschieden* zu werden braucht, er muß voraussetzen, der Leser kenne ein anderes Element von den 65, die wir genannt haben, entweder durch Inspiration, durch Offenbarung oder aus andern Quellen, als sein Buch, der Leser wisse aus einer dieser Quellen auch, daß der Schwefel sich mit Sauerstoff zu Schwefelsäure verbunden und daß diese eine starke Säure ist, welche andere schwache Säuren deplaciren, das bekannte Prinzip der französischen Republik „ote toi afin que je m'y mette“

radical durchführen könne — der Leser soll doch von der Chemie ni wissen brauchen, als was er aus diesem Buche lernt!

Mit der Mathematik geht es auf diese Weise, jeder Lehrsatz st auf die vorhergehenden, jedes Corolar stützt sich auf den Hauptsa Aufgabe wird gegeben, davon die Auflösung nicht durch eigenes Nach ohne Hülfe zu finden wäre, lediglich aus dem, was der Schüler gelernt hat, ohne Vorgreifen in ein anderes Gebiet, ja nur ohn greifen zu dem nächstfolgenden Satze. Sollte ein Lehrer der Mat seinen Schülern sagen oder sollte ein Lehrbuch sagen — „dies wi klar werden aus dem nächsten Lehrsatz", so würde Lehrer und L nichts taugen. — Durchaus anders ist es mit der Chemie, da gre Bereitungsarten der einzelnen Präparate, welche wir folgerichtig na ander kennen lernen, so in dem ganzen Gebiet der Chemie umher, zum Erstaunen ist, und doch geht es nicht anders. Wir haben e zwei Elementen und deren Darstellung und Verbindung gesproch sind bei dem dritten angelangt, doch haben wir bereits von Chl Chlorkalcium, von Chlorkalium und chlorsaurem Kali, von Braunst Quecksilberoxyd, von Salpeter und Kohlensäure, von Kohlenstoff, Ph und Eisen, von Phosphorsäure und Eisenoxyd, von Kupferoxyd un kali, von Bimsstein und Asbest 2c. 2c. 2c. gesprochen — schreckli wahr! Aber auch zugleich nothwendig, lieber Leser — es ist nicht thunlich und es muß sogar ganz in derselben Weise fortgefahren w der Verfasser bittet darum den geehrten Leser, nicht ungeduldig zu w auch die Schuld dieses Verfahrens nicht auf den Verfasser zu s sondern auf das verwickelte Thema, welches sich nicht so glatt ab läßt wie eine Reihe mathematischer Sätze.

Salpetersäure (NO_5).

Wir stehen hier bereits an der nächsten Klippe, können sie abe umgehen, sondern müssen darauf zusteuern. Salpetersäure wird au peter und Schwefelsäure gewonnen, indem die stärkere Schwefelsäu mit dem Kali verbindet und die schwächere Salpetersäure aus ihre bindung austreibt, der man nun statt ihres bisherigen guten Kam Wasser giebt, womit sie sich verbinden kann; wir haben hier Salpet

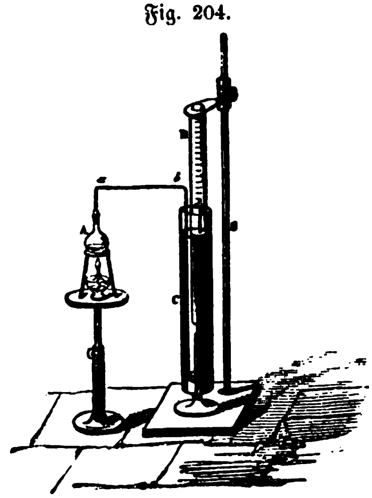
icht kennen, darin Kalium und Kali- und Salpetersäure, wir : Schwefel und Schwefelsäure — lauter Dinge, die wir noch — allein es geht nun einmal nicht anders, wir können ver- eise zu unserm Ziele nicht anders gelangen.

ngs handelt sichs nur um die gesetzmäßige Verbindung von und Stickstoff und man könnte sie durch die Electricität (dies wieder ein uns noch unbekanntes Agens) hervorbringen, kein ird aber diesen Weg einschlagen, wiewohl die Natur ihn im der wissenschaftliche Chemiker im Kleinen geht.

Atmosphäre ist Sauerstoff und Stickstoff. Der Regen, wel- d eines Gewitters, während heftiger Blitze, besonders wenn ade über uns erscheinen, niederfällt, hat ganz deutliche Spuren rsäure, man kann dieselbe nachweisen und man kann sich um enken, daß diese Salpetersäure anders entstehe, wie durch den Funken, als man in seinem Zimmer das Experiment nach- .

der Engländer Cavendish machte auf diese Verbindung auf- id stellte die Salpetersäure wirklich mittelst des elektrischen r. In eine getheilte Röhre ;. 204 brachte er über einen ylinder C, in welchem die amit gefüllte Röhre stand, en reines Stickstoffgas. Nun em Kölbchen A aus rothem yd durch Erhitzung vermöge setzten Lampe Sauerstoffgas lches durch die mehrfach ge- sröhre ab unter Quecksilber rs C und in die Röhre Dd de, so daß zu den zwei Vo- stoffgas noch fünf Volumen is kamen.

Fig. 204.



Rohr stieg dabei natürlich aus ilber und mußte durch einen und eine daran bewegliche Klammer gehalten werden. Oben ie Röhre zweimal durchbohrt und es stecken Drähte in diesen u geschlossenen Oeffnungen, der eine Draht wird mit einer schine verbunden, der andre Draht mit der Klammer an der S. Nunmehr läßt man eine ungemessene Menge elektrischer viel wie möglich und so stark wie möglich durch die Röhre mit

dem Gasgemisch schlagen. Jeder Funke verbrennt eine kleine Menge
stoff in dem vorhandenen Sauerstoff, da es jedoch nur in dem Raum
Funkens selbst geschieht, so ist die Verbrennung sehr sparsam, langsa
muß unzählige male wiederholt werden, um ein bemerkbares Resul
liefern. Cavendish ließ die Operation des Elektrisirens mehrere
und Nächte ununterbrochen fortsetzen, bis das Gasgemisch vollständig
schwunden war und sich, auf einen kleinen Raum reducirt, wirklich
petersäure vorfand. In neuester Zeit ist dieser interessante und fi
Lehre von der Säurebildung aus dem Stickstoff wichtige Versuch beq
gemacht worden, doch dauert er immer noch Stunden lang, es wär
Thorheit, Salpetersäure auf diesem Wege gewinnen zu wollen, we
sich um etwas Anderes als um eine wissenschaftlich wichtige Tha
handelte.

Fig. 205.



Regnault giebt das Verfahre
gendermaßen an. In eine knieförmi
bogene Röhre und in zwei Glasgefäß
man Quecksilber und stellt die Röhr
jedem Schenkel in ein anderes der
Gefäße; darauf läßt man Stickstoff
Sauerstoff in den angegebenen Verhältnissen in die Röhre treten, s
die obere Biegung damit weit genug angefüllt wird, alsdann bringt
eine geringe Menge einer Auflösung von Aetzkali dazu.

Nunmehr verbindet man das eine Gefäß mit dem positiven Co
tor einer gut wirkenden, lange Funken gebenden Elektrisirmaschine un
andere Gefäß durch eine Kette mit dem negativen Conductor oder
Reibezeug derselben Maschine und läßt dann dieselbe in Thätigkeit
worauf (wenn die Maschine hinlänglich wirksam ist, denn sonst geling
Experiment überhaupt nicht) eine Menge tüchtiger Funken von der
fläche des Quecksilbers von dem einen Gefäß durch die gebogene
in das andere Gefäß schlagen werden. Es wird nöthig sein, daß ma
beiden Gefäße so hoch stelle, daß unter eins derselben, unter das
welches mit dem positiven Conductor verbunden ist, ein fußhohes is
des Stativ gestellt werden könne; unter dem anderen braucht das
nicht isolirend zu sein, unter dem ersten aber deshalb, damit die entw
Electricität den vorgeschriebenen Weg gehe und nicht etwa durch das
in den Tisch schlage.

Wenn man nach dieser Einrichtung eine genügende Menge g
Funken durch die Krümmung geführt hat, wird man das Quecksil
beiden Standorten steigen sehen, wie die Fig. 205 zeigt. Man kann
das Elektrisiren fortsetzen, wenn die Gasmenge bedeutend verringert w

e durch eine neue Quantität ersetzen und man wird endlich mit der Aetz- ilösung so viel Salpetersäure vereinigt finden, daß sich der Salpeter in er Lösung deutlich nachweisen läßt. Aetzkali und Salpetersäure ist aber lpetersaures Kali oder kurzweg Salpeter und damit die Bildung der Stickstoffsäure, d. h. der Salpetersäure, aus Sauerstoff und Stickstoff ewiesen.

So wie es hier zur Feststellung der Theorie angedeutet worden ist, nn der Techniker die Salpetersäure nicht bereiten, dieser sucht, wo er ohl bereits fertige Salpetersäure finde; wo er sie etwa in einer Verbin- ung mit einem andern Körper findet, sucht er diesen andern Körper zu seitigen und sich der Salpetersäure zu bemächtigen. Es giebt nur zwei örper, in denen die Salpetersäure in Menge vorhanden, allein an eine Base gebunden ist; diese beiden Körper heißen im gewöhnlichen Leben Sal- eter und Chilesalpeter, oder, von seiner Krystallform, kubischer Sal- eter, in der Sprache der Chemiker heißen sie aber salpetersaures Kali nd salpetersaures Natron. Das erstere, der gewöhnliche Salpeter, ist n lange schon bekanntes Salz, welches man zur Gewinnung der Säure it Jahrhunderten angewendet hat, das andere ist ein, erst in neuerer Zeit fgefundenes Salz, welches jetzt zu demselben Zweck und zwar häufiger s der Salpeter angewendet wird, indem der Chilesalpeter in gewaltigen Massen gefunden und durch den Handel wohlfeiler hierher geliefert, als der wöhnliche hier gemacht oder gewonnen wird. Von beiden werden wir och sprechen, hier handelt es sich nur um Darstellung der Salpeter- äure.

Fig. 206.



Eins oder das andere schüttet man in gröblich zerstoßenem ustande in eine Retorte mit ziemlich langem Halse; man sucht bei zu vermeiden, daß sich Salpeterstaub an dem Halse fest- e oder man kehrt ihn mit der Fahne einer Feder ab. Dies it keine Schwierigkeit — mehr ist es der Fall, wenn man die äure hinzugießt; hierzu nimmt man einen Trichter mit sehr nger Röhre, wie die Fig. 206 zeigt, welche beinahe bis auf n Boden der Retorte reicht. Man füllt durch denselben con- ntrirte (doch nicht rauchende, sondern sogenannte englische) Schwefelsäure zu dem Salpeter und zwar zu 100 Theilen des lteren 97 Theile Schwefelsäure.

Es ist hierbei nothwendig, daß die Benetzung des Halses der Retorte it Schwefelsäure vermieden werde, weil diese sonst mit der abzudestilli- nden Salpetersäure in die Vorlage gelangt und sie, die Salpetersäure, verunreinigt. Wenn man den Retortenhals senkrecht hält und eine sehr ühige, sichere Hand hat, so kann man den langen Trichter wohl so aus

der Retorte ziehen, daß kein Tropfen an den Hals kommt; ist ma[n]
solcher Eigenschaft nicht bewußt, so macht man es anders, man senk[t]
Glasrohr bis über die Hälfte der Halslänge in diese hinein und en[...]
dieses zweite, innere Glasrohr steckt man den Trichter. Wenn nun [...]
dem Einfüllen der Säure sich ein Tropfen von dem Trichter löst, so k[...]
er nicht an den Hals der Retorte, sondern an das Glasrohr, w[...]
innerhalb desselben befindlich, und da man dieses vor der Destillation [...]
fernt, so hat es nichts zu sagen, ob daran ein Tropfen haftet oder [...]

Fig. 207.



Nachdem dieses vorbereitet, [...] man die Retorte, Fig. 207, in [...] Ofen, dessen obere Oeffnung [...] eine Blechkapsel bedeckt ist, in [...] Sand befindlich, bestimmt, den [...] per der Retorte aufzunehmen [...] Sandbad) und zu verhindern, [...] flackerndes Feuer ungleichartig [...] hitzend an das Glas schlage. [...] verbindet sich unter Einwirkun[g] [...] Wärme, welche jedenfalls 200 Grad überschreiten wird, die Schwefel[...] mit dem Kaliumoxyd zu zwiefach schwefelsaurem Kaliumoxyd und es [...] weicht in Dampfform die Salpetersäure. Um dieselbe nicht in Da[...] form, sondern flüssig zu erhalten, führt man nicht nur den Hals der [...] torte in eine geräumige Vorlage, wie die Fig. zeigt, sondern man b[...] diese auf einem Dreifuß von Draht in einer geräumigen Schüssel lie[...] Vorlage mit einem dünnen Stück Leinwand, allenfalls mit Flor oder [...] — was das Haus bietet, denn ein Scheuerlappen thut es auch, und [...] aus einem Eimer, welcher neben der Schüssel auf einem Schemel [...] stets frisches, kaltes Wasser auf die Leinwand fließen, welche über [...] Vorlage ausgebreitet ist, damit diese stets kalt erhalten werde und [...] Dämpfe der Salpetersäure sich augenblicklich niederschlagen können.

Die Salpetersäure kann wasserfrei sein, kann ein erstes, kann [...] zweites Hydrat sein. Die wasserfreie Säure wird auf die angegebene [...] gar nicht gewonnen, außer zufällig, wenn man so sagen darf — die wa[...] freie Säure ist überhaupt ein gefährliches, zur Explosion geneigtes [...] duct, welches man nicht darstellt (abgesondert und für sich), wenn es [...] nöthig ist; man erhält diese Säure dadurch, daß man Chlor auf salp[...] saures Silberoxyd wirken läßt. Das Metall verbindet sich dabei mit [...] Chlor zu Chlorsilber (dem sogenannten Hornsilber) und die wasser[...] Salpetersäure, aus dem Silbersatz vertrieben, entweicht als eine sehr f[...] tige aber krystallisirbare Substanz, welche eben die unangenehme Eigens[...]

hat, sich von selbst und zwar unter gefährlichen Explosionserscheinungen zu zerlegen. Die Krystalle, welche durch die wasserfreie Säure gebildet werden, schmelzen schon bei 29 bis 30 Grad und die daraus gewonnene Flüssigkeit siedet bei 50 Grad, wobei sie sehr leicht einen Antheil ihres Sauerstoffes entläßt und also in diesen und in Untersalpetersäure zerfällt.

Die concentrirte Salpetersäure, wenn sie **nicht** wasserfrei ist, bildet aber zwei Hydrate, davon das erste einen gleichen Antheil von wasserfreier Säure und Wasser ($NO_5 + HO$) enthält, das zweite Hydrat aber viermal so viel Wasser gebunden hat (nämlich $NO_5 + 4HO$).

Das erste Hydrat ist eine wasserhelle Flüssigkeit, jedoch von einem Gewicht, welches um mehr als die Hälfte das des Wassers übertrifft, nämlich 1,54 specifisches Gewicht hat. Obschon ein Hydrat, d. h. mit Wasser gemischt, ist es doch sehr begierig nach anderem Wasser. Man sagt, dieses Hydrat verdampfend, stößt weiße Dünste aus — der Ausdruck ist falsch, die Dämpfe sind durchsichtig, allein indem sie in die feuchte Luft gelangen, verbinden sie sich mit der Feuchtigkeit derselben und so bilden sie weiße compacte Wolken.

Diese Säure zerstört alle organischen Substanzen vollständig und da sie sich weit unter dem Siedepunkt des Wassers schon verflüchtigt, ist es schwer, sich gegen die schädliche Einwirkung der Dämpfe zu schützen. Selbst ohne Einwirkung des Feuers wird die Säure schon zersetzt, wenn man das Sonnenlicht darauf wirken läßt; es entweicht in einem wie in dem andern Falle ein Theil des Sauerstoffes und es bildet sich zugleich Untersalpetersäure, indeß der nicht zersetzt zurückbleibende Antheil dieser wasserhaltigen Säure sich nun auch noch des Wassers bemächtigt, welches aus dem zersetzten Theile frei geworden ist und damit das zweite Hydrat dieser Salpetersäure bildet. Die Flüssigkeit verliert ihre Farblosigkeit, wird von der Untersalpetersäure gelb, die Flüchtigkeit vermindert sich, indem dieses Gemenge aus dem ersten und zweiten Hydrat einen höheren Siedepunkt hat.

Die hier gedachten Erscheinungen zeigen sich alle nur in rascherer Folge und in höherem Grade bei Erhitzung im Sandbade, deshalb kann man auch das erste Hydrat durchaus nicht durch Destillation reinigen, wie man z. B. Alkohol vom Wasser trennt, die Destillation der Säure zieht immer die Zersetzung eines Theiles nach sich. Läßt man statt zu destilliren die Dämpfe durch ein glühendes Porzellanrohr streichen, so werden sie vollständig zerlegt und man erhält in der Vorlage Stickstoff, Sauerstoff und Wasser. Zugleich ist diese Flüssigkeit eine derjenigen, welche sehr niedriger Temperaturgrade bedürfen, um Eis zu werden, sie erstarrt erst bei dem Gefrierpunkt des Quecksilbers bei —40° C.

Da dieses erste Hydrat an Farbe und Wirkung dem zweiten sehr nahe steht, pflegt man es durch das specifische Gewicht besonders zu unterscheiden, es ist mehr als anderthalb mal so schwer als Wasser, nämlich 1,54, indessen das zweite Hydrat (welches dadurch erhalten wird, daß man noch eine dreifache Menge Wasser zu dem darin bereits enthaltenen Wasser züsetzt) nur 1,42 wiegt.

Das angegebene Verhältniß von Wasser ist nicht zu beziehen auf die Menge der Säure, sondern auf die Menge des darin enthaltenen Wassers. Das erste Hydrat hat Salpetersäure und 4mal so viel Wasser ($NO_5 + HO$), das zweite hat Salpetersäure und 1mal so viel Wasser ($NO_5 + 4HO$). Es ist dadurch noch nicht verdünnte Salpetersäure, sondern noch immer concentrirte, es ist auch ein chemisch für sich bestehender Körper, der alle Eigenschaften des ersten Hydrats hat, nur in weniger kräftiger Art auftritt, übrigens nunmehr bei fernerem Zusatz aufhört, eine concentrirte Säure, aufhört, eins der Hydrate zu sein, sich in allen möglichen Verhältnissen mit Wasser mengen läßt und dann erst eine verdünnte Säure giebt. Die Verbindung des ersten Hydrates mit Wasser, um daraus das zweite Hydrat zu bilden, geschieht unter sehr starker Erhitzung. — Ist das zweite Hydrat hergestellt und abgekühlt und wird dasselbe nun verdünnt, so entsteht wieder eine Erwärmung, doch nicht so stark als vorher. Um Beides zu vermeiden, da man doch in der Regel die Säure gar nicht concentrirt, sondern verdünnt anwendet, pflegt man die Gewinnung durch bereits mit Wasser verdünnte Schwefelsäure zu erzielen. Die Säure kann dabei noch immer sehr stark sein, noch viel Wasserzusatz vertragen, allein es bietet diese Bereitungsart den Vortheil dar, daß der Proceß sehr ruhig vor sich geht, indeß bei concentrirter Schwefelsäure die Hitze sehr groß sein muß, welche die Säure ins Kochen bringt und dadurch nicht selten Schwefelsäure aufspritzend in den Hals der Retorte gelangt, welche dann die Salpetersäure verunreinigt.

Solche Verunreinigungen können auch noch auf andre Art entstehen. Das salpetersaure Kali so wie das salpetersaure Natron enthält fast immer Chlorkalcium oder Chlorkalium. Im Augenblicke der Zerlegung dieser Salze und der Ausscheidung der Salpetersäure wird ein Theil derselben selbst wieder durch das Chlor zerlegt, welches, durch die Schwefelsäure ausgetrieben, theils so als Chlor übergeht, theils aber im Entstehungsaugenblicke mit der Salpetersäure zusammentritt und einen chemischen Körper bildet, den man nicht anders als Chloruntersalpetersäure nennen kann.

Das hiermit verunreinigte Product sieht dunkelgelb, fast orange aus, stößt an der Luft Dämpfe aus; allein man kann diesen Uebelstand vermeiden,

nn man bei der Bereitung einige Vorsicht anwendet. Die Chlordämpfe die der Chloruntersalpetersäure sind viel flüchtiger als die der Salersäure, sie erscheinen daher zuerst in der Vorlage und wenn man diese hselt, sobald sich die reine Säure zu zeigen beginnt, wird der allerste Theil der verunreinigenden Substanz beseitigt sein. Ist noch etwas in enthalten, welches sich gewöhnlich durch die Farbe verräth, so kann n das Chlor wenigstens durch vorsichtige Erwärmung vollständig entnen.

Wenn die Säure zu chemischem Gebrauche möglichst rein gewonnen rden soll, pflegt man sie jederzeit, wie hier beschrieben, aus Glasäßen zu destilliren; im Großen, in sogenannten chemischen Fabriken, chieht dies nicht aus einer Retorte, sondern aus dreißig oder vierz zugleich, welche über demselben Feuer in einem langgestreckten, horintal laufenden Ofen, dem Galeerenofen, liegen.

Die Fig. 208 zt einen solchen Durchschnitt, h nur mit fünf torten jederseiа, indessen im oßen ausgeführt her Ofen 15 20 zählt. Der me Galeerenз kommt von der nlichkeit dessel-

Fig. 208.



mit einem schmalen, lang gestreckten Schiffe, welches auf beiden Sei Ruder herausgestreckt hat.

Der Ofen ist, wie wir sehen, ein doppelter, er hat zwei lange gebte Feuerungscanäle, auf der Mitte eines jeden dieser Canäle lh sind so e Oeffnungen angebracht, als man Retorten einlegen will. In diesen ffnungen stecken eiserne, halbkugelförmige Gefäße bb von Gußeisen oder jer von starkem Sturzblech getrieben. Diese letzteren leisten viel mehr derstand, zerspringen nicht bei jedem Stoß, verbrennen nicht so leicht, tern drei mal so lange als die gegossenen, sind aber allerdings viel urer.

Auf den Boden der Halbkugeln wird einen Zoll hoch trockener Sand chüttet, darauf der Boden der Retorten a gesetzt und nun trockener Sand ndum so viel zugeschüttet, bis die Retorte zur Hälfte darin liegt und er eingebettet ist, so daß sie nicht wankt, nicht an die Eisengefäße stößt,

allein die Retorte darf nicht viel kleiner sein als die Kapelle, damit die Sandschicht nicht zu dick werde, wodurch Zeit und Brennmaterial verloren geht. Diese Sandkapellen gewähren den Vortheil, daß die Retorten einer starken Erhitzung ausgesetzt werden können, ohne daß sie im freien Feuer liegen, denn nöthigenfalls würde man den Sand bis zum Glühen bringen können, eine Temperatur, welche die Retorten, im Sandbade liegend, sehr wohl aushalten können, indessen das freie Feuer sie sogleich zerstören würde.

Der vordere Theil eines jeden der beiden Canäle hat einen Rost o, auf welchem das Feuer geschürt wird, welches nun längs des Canales unter und um die Sandkapellen geht und sie zur Genüge erhitzt. Die Schwefelsäure verbindet sich in erhöheter Temperatur lebhaft mit dem Kali oder Natrum und die Salpetersäure geht so in die Doppelreihe der Vorlage, wie sie nach Fig. 207 in die eine Vorlage geht, welche man gewöhnlich nur dadurch abkühlt, daß man sie in einem langen Trog mit Wasser gefüllt liegen hat, an dessen einem Ende frisches Wasser einströmt, indessen das erwärmte am andern Ende in gleichem Maße abfließt.

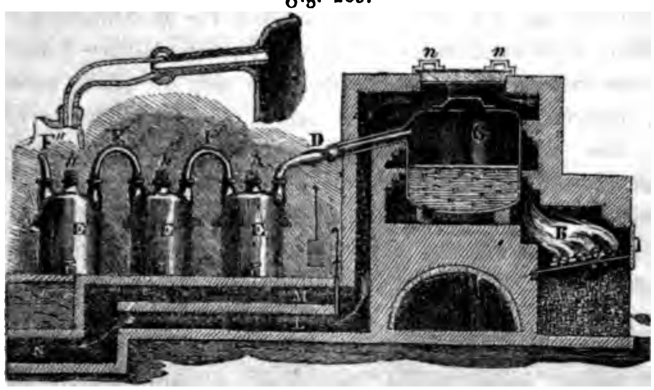
Die hier beschriebene Methode wird, wie bereits bemerkt, nur angewendet, wenn man ganz reine Säure haben will, wie sie für die Apotheken und für das chemische Laboratorium mit Recht gefordert werden kann. Für technische Zwecke kommt es auf eine solche Reinheit nicht an, sondern mehr auf die billigste Herstellungsweise, und diese kann bei so zerbrechlichen Gefäßen, wie Retorten und Kolben von Glas sind, nicht gewährt werden. Es würde nun die Wahl des Stoffes ein nicht geringes Hinderniß sein, denn die Retorten von Steingut sind sehr häufig undicht und die von Porzellan würden sehr viel theurer sein, als solche von Glas, und obschon sie besser halten, als die Glasgefäße, so sind sie doch auch zerbrechlich.

Da kommt den Fabrikanten der Umstand zu Hülfe, daß sehr concentrirte Säuren die Metalle wenig oder gar nicht angreifen; ein Zusatz von Wasser ist immer nöthig, die Säure bildet zwar eine Oxydschicht, aber es ist kein Wasser da, um das nun entstandene Salz aufzulösen, deshalb kann man sich zur Darstellung der Salpetersäure auf dem angegebenen Wege des Eisens zu den Kochgefäßen bedienen und man thut in Frankreich nach den Angaben von Payen's „Chemie industrielle" dieses auf die von ihm dargestellte Weise, welche sich nach und nach auch bei uns eingebürgert hat.

Wir sehen in Fig. 209 weniger eine Retorte, als eine eigentliche Destillirblase G, beinahe ganz so, wie man sie in früheren Zeiten zur Branntweinbereitung brauchte; dieselbe ist von Gußeisen (welches der concentrirten Säure am besten Widerstand leistet) und groß genug, um 5 Centner

Salpeter auf einmal zu fassen und nach der Begießung mit dem entsprechenden Antheil Schwefelsäure doch nur zur Hälfte gefüllt zu sein, wie Fig. 209 zeigt. Seitwärts nach D hin geht der Retortenhals, er muß mit dem Kessel aus einem Stück gegossen sein, damit Schrauben und ähnliche vorstehende Theile von einem andern Stoffe nicht Anlaß zum Angriffe der Säuren geben, auch nicht undichte Stellen entstehen. In diesem gegossenen Rohr steckt ein etwas schwächeres Rohr von dickem Glase oder Porzellan, welches mit feuchtem, plastischem Porzellanthon in den Hals der Retorte eingelassen und befestigt ist. (Nebenbei etwas vergrößert zu sehen.)

Fig. 209.



Das Gefäß ist so groß, daß in die oben befindliche Oeffnung ein Mensch steigen kann, der gußeiserne Deckel schließt diese mit dazwischen gebrachtem Thon durch Klammern oder durch eine ziemlich starke Beschwerung, so daß die Dämpfe ihn nicht heben können. Das Feuer, welches in dem Ofen B angezündet wird, nimmt einen Verlauf, welcher nicht allein den Boden und die untere Hälfte der Seitenwände trifft, sondern auch die leer bleibende Hälfte und den Deckel selbst umspielt und erst über diesen hinweg zu dem Abzugsrohr gelangt, denn es ist nöthig, daß die ganze gußeiserne Retorte über den Siedepunkt der Salpetersäure erwärmt sei, damit die Dämpfe sich nicht an der kälteren Stelle niederschlagen und wieder in die Retorte zurückfließen.

Allein hiermit ist die Arbeit, die man der Feuerung aufträgt, noch nicht beendet, sie soll auch noch die thönernen Vorlagen erwärmen, damit diese, durch die sehr hoch temperirten Dämpfe von Innen her mächtig erhitzt, nicht auseinandergesprengt werden. Deshalb geht der Abzugscanal von oben den Pfeilen nach abwärts, wo er unmittelbar unter den Vorlagen horizontal aber zugleich auch doppelt wird. Diese beiden Canäle, durch eine Scheidewand horizontal getrennt, heißen M und L. Eine ver-

schiebbare Thür, deren Handgriff über dem Canal M dicht an der Mauer des Ofens zu sehen ist, gestattet, entweder den oberen Canal zu schließen, wie die Zeichnung angiebt, da der Rauch und die nicht verwendbare Hitze nach N hinabströmen und von dort erst aufwärts in einen hohen Rauchfang gelangen, welcher durch seine Höhe lebhaften Zug verursacht und dem Feuer immer neue Nahrung zuführt, indem er demselben die schlechten, ausgebrannten Stoffe entführt, oder gestattet durch Herabdrücken des Schiebers den untern Canal zu schließen, in welchem Falle die noch sehr heiße Kohlensäure, der Stickstoff der zugeführten Luft und endlich die noch unverbrannten Theile des Materials, der Rauch, durch den oberen Canal M streichen und den Boden, auf welchem die Mittelflaschen, die Vorlagen, stehen, stark erwärmen, so daß also die siedendheißen Dämpfe bereits vorgewärmte Gefäße finden, sich darum auch nicht so häufig daran niederschlagen, sondern weiter und weiter gehen, von der Vorlage E nach E' und E'', was sich oft zwanzig- und mehrmal wiederholt, bis die letzte Spur von Dampf niedergeschlagen ist. Die gebogenen Röhren F, F' und F'' vermitteln die Verbindung von einer Flasche zur andern, so wie der Vorstoß D die Dämpfe aus der Retorte in die erste Flasche leitet.

Wenn die Säure abdestillirt ist, so wird der Deckel n n von dem Ofen abgenommen, durch diese weite Oeffnung kann man zu dem Deckel der Retorte gelangen, sie ausleeren und von neuem füllen, worauf der Verschluß wieder vorgenommen, das Feuer erneuert und die Operation fortgesetzt und auch dem Rauch und den abgesonderten Gasarten gleich der Weg vorgeschrieben wird, denn eben im Anfange ist es nöthig, die Vorlagen zu erwärmen. Dies geschieht übrigens nur, wenn man concentrirte Säure haben will. Wird dieses letztere nicht verlangt, so bleiben die Gefäße nicht leer, sondern es wird vor der Destillation in ein jedes derselben eine gewisse Menge Wasser gegossen, welches sich nach dem Grade der Stärke richtet, die man beabsichtigt. In diesen ersten erwärmten Gefäßen schlagen sich nur die schwersten Dämpfe der concentrirten Säure nieder, in den folgenden Gefäßen sind sie schon mehr abgekühlt, sind nicht mehr so gehaltreich und werden nun auch stets vom Wasser aufgefangen.

Soll nicht ganz concentrirte, soll schon verdünnte Säure bereitet werden, so füllt man alle Gefäße zum dritten Theile mit Wasser und läßt aus dem nahe dem Boden befindlichen Hahne die Säure abfließen, wenn es Zeit dazu ist, worauf man das angesäuerte Wasser aus den entferntesten Flaschen in die erste bringt, um so auch die letzten Spuren von Säure, die aufgefangen worden, noch zu verwerthen.

Noch hat man andere Einrichtungen, welche jedoch großentheils nur in Hinsicht auf Oefen und Retorten, nicht auf die übrige Bereitungs-

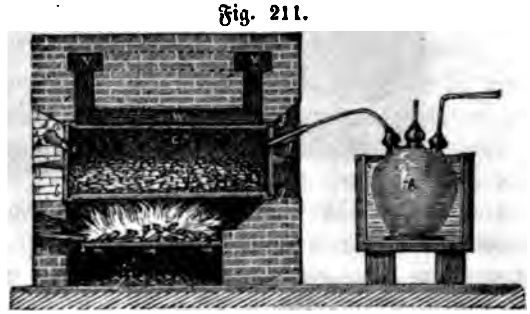
ise anders sind. Fig. 210 zeigt uns den Querdurchschnitt eines solchen ens, welcher uns zuvörderst wahrnehmen läßt, daß man für je zwei torten C C ein Feuer und für alle Oefen W einen gemeinschaftlichen zug N nach U hat. Die Oefen d gewölbt und sind so von einder gesondert, daß zwischen jedem d dem nächsten eine ordentliche rke Mauer befindlich. Die Reten bestehen aus Cylindern von ßeisen, welche auf beiden Enden en Pfalz haben, in dem ein ckel mit Thon lutirt, fest und luftdicht eingelassen und mit Klammern estigt wird. Die Ränder liegen auf der Mauer des Ofens, sonst sind Cylinder ganz frei schwebend, damit das Feuer sie bequem von allen iten umspielen und sowohl zwischen je zweien derselben durch, als von den Seiten um sie herum gehen könne, bevor es durch die Oeffnung Gewölbe nach dem gemeinschaftlichen Rauchfange abzieht.

Fig. 210.



Die nebenstehende Fi- r 211 zeigt denselben en der Länge nach durchnitten; dieselben Buchben bezeichnen die nämien Gegenstände, C ist Retorte, W das Gelbe des Ofens, V sind die Anfange und am Ende Cylinder aufwärtsstei- den Rauchröhren, welche weiter zum gemeinschaftlichen Schornstein füh- . Man sieht aber in diesem seitlichen Durchschnitt die Art der Fülg und den Weg, den das Destillat nimmt.

Fig. 211.



Der heller schattirte Theil des Ofens kl zeigt die offene Stelle der und, durch welche man zu dem hintern Verschluß des Cylinders gelankann. Dort wird der Salpeter in trockenem Zustande eingetragen, auf wird der Deckel gut lutirt, mit möglichst wenigem, aber zugleich glichst reinem Thon eingesetzt und verklammert.

Auf der Vorderseite an der dunkel schattirten Stelle des Ofens ist Gemäuer so wie auf der Rückseite ausgespart, ist eine Oeffnung issen, durch welche man zu dem Boden des Cylinders gelangen kann, welchem das Destillat entweichen soll. Der Boden dieser Seite hat zehn Zoll langes eisernes Rohr d, in welches ein starkes Glas- oder

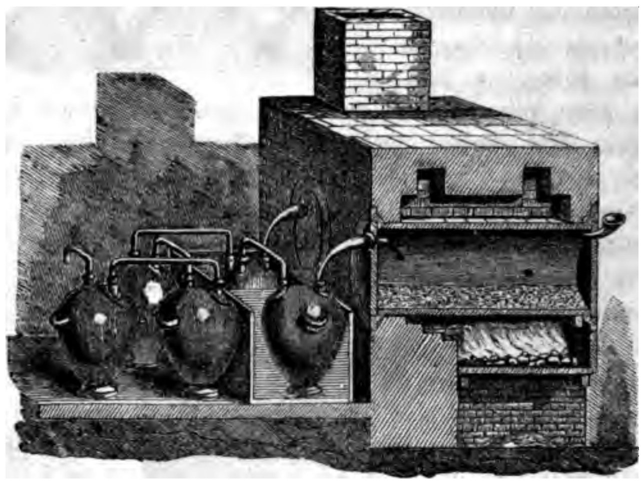
Porzellanrohr eingesetzt und mit Thon befestigt ist, welches zu der Vorlage A führt, die in einem Trog mit Wasser steht.

Fig. 212.



Hat man das Ganze bis zu diesem Zielpunkt geordnet, so setzt man den Glas- oder Porzellantrichter E mit gekrümmtem Rohr, Fig. 212, auf der Rückwand in die hierzu dienende eiserne Röhre ke und füllt durch denselben die erforderliche Menge der concentrirten Schwefelsäure ein, worauf die Destillation beginnen kann.

Fig. 213.



In Fig. 213 sehen wir dieselbe in bestem Gange; wir sehen den Ofen zwar auch noch im Durchschnitt, aber zugleich seine Außen- und Vorderseite, und sehen den weitern Verlauf der Destillation. Aus jeder Retorte geht ein gekrümmtes Rohr von Porzellan nach einer Woulff'schen Flasche von festem Steingut (wie die Selterwasserkrüge). Die beiden nächsten stehen in einem großen Gefäß mit Wasser, absichtlich, damit sie nicht durch die strahlende Hitze von der Vorderseite der Retorten erhitzt werden (es ist ein Anderes, wenn man concentrirte Säure haben will; von diesem Falle haben wir bereits gesprochen). Eben diese beiden mächtigen Flaschen stehen unter sich durch eine zweimal rechtwinklig gebogene Röhre in Verbindung, so daß die Säure, welche aus der vordersten Retorte nach dem vordersten Kruge übergeht, auch nach dem zweiten gelangen kann und umgekehrt.

Das Letztere wird aber nicht geschehen, denn dieser zweite Krug ist nicht bloß geeignet zum Austausch der Dämpfe der beiden Krüge gegen einander, sondern, da er statt zweier Oeffnungen drei hat, auch zur Weiterbeförderung dieser Dämpfe. Wer die vorstehende Figur mit Auf-

rksamkeit betrachtet, wird leicht entdecken, auf welche Weise die zweite reihalsige, die einzige mit drei Oeffnungen) Flasche mit der dritten, diese it der vierten, diese mit der fünften verbunden ist; auf solche Weise nnte es immer fort gehen und es geht auch auf 20—40 und mehr aschen so fort, indem immer noch etwas Säure weiter streicht und man inen Grund hat, irgend etwas verloren gehen zu lassen, darum man ich in den letzten Flaschen noch Wasser vorlegt, um noch übrige Spuren ifzufangen, aber überhaupt alle, von der ersten angefangen, zum dritten heil mit Wasser füllt, wenn man nicht höchst concentrirte Säure gewinn will.

Im Handel kommt eine Salpetersäure vor, welche hochrothgelb aus- eht, dunkelrothe und undurchsichtige Dämpfe ausstößt, während sie selbst ei der tiefsten Färbung noch durchsichtig bleibt. Diese Säure ist unter em Namen der rauchenden Salpetersäure bekannt und wird für manche chnische Zwecke gesucht, weil sie viel kräftiger wirkt, als die gewöhnliche oncentrirte Säure, obwohl ihre Dämpfe sehr beschwerlich, ja der Gesund- eit höchst nachtheilig sind.

Man erhält diese rauchende Säure ganz auf demselben Wege und it denselben Apparaten, wie die andere, nur die Füllung der Retorte eicht ab, man setzt nämlich zu dem salpetersauren Kali oder Natron icht ein nahezu gleiches Gewicht englischer Schwefelsäure, sondern nur alb so viel; es findet hier auch eine Zersetzung des Salpeters statt, aber geht nur die Hälfte der Salpetersäure als Hydrat (als wasserhaltige äure) über; um nun auch die andere Hälfte zum Entweichen aus ihrer erbindung zu zwingen, muß man die Temperatur bedeutend erhöhen, durch zerfällt dieser zweite Antheil noch innerhalb der Retorte in eine edrigere Oxydationsstufe des Stickstoffes und den früher dazu gehörigen auerstoff. Diese niedrigere Stufe ist die Untersalpetersäure, welche sich nmehr in sehr dunklen, braunrothen Dämpfen in die Vorlage stürzt und selbst von der vorhandenen concentrirten Salpetersäure aufgenommen rd. Diese Mengung ist es, welche der Apotheker unter dem Namen idum nitricum fumans, der Techniker aber unter dem Namen rauchende alpetersäure kennt. Die Gewinnung hat, wie man sieht, nicht die min- ste Schwierigkeit, wenn man nur dafür sorgt, daß die Vorlage gut ge- hlt erhalten werde, denn je niedriger die Temperatur, desto mehr und sto leichter nimmt das Salpetersäurehydrat die Untersalpetersäure auf, ngekehrt kann man die bereits aufgenommene Untersalpetersäure, den aunrothen Rauch, welcher die Säure färbt, daraus entfernen, indem man e dunkle, rauchende Salpetersäure gelinde erwärmt, es steigen dann von rselben die rothen Dämpfe auf und zerstreuen sich in die Luft des

Laboratoriums (allerdings sehr zum Nachtheil der Lungen anwesender Personen und zum Nachtheil aller metallischen Apparate) und die früher selbst dunkelhochrothe Flüssigkeit wird heller, wird gelbroth, gelb und zuletzt ganz blaß, so daß nur noch eine Spur grünlicher Färbung vorhanden ist.

Man kann solche rauchende Salpetersäure auch ohne Verlust in concentrirte verwandeln, wenn man genügend atmosphärische Luft durch dieselbe treibt. Alsdann nämlich nimmt die rauchende Säure, welche aus 1 N und 4 O (Stickstoff mit 4 Sauerstoff) besteht, aus der Luft noch einen Antheil Sauerstoff auf, um mit 1 N und 4 O + 1 O oder NO_5 concentrirte Salpetersäure zu bilden. Es wird dies Letztere nur angeführt, um die Consequenz zu zeigen, welche in dem ganzen Vorgange liegt, denn von technischem Nutzen ist die Operation weiter nicht, man ist zufrieden, rothe rauchende Säure zu haben und wird nicht absichtlich das gewonnene Product zerstören.

Die früheren Arten der Gewinnung dieser Säure könnten wir füglich übergehen, da sie doch jetzt Niemand mehr auf solche Weise gewinnt, allein der Vollständigkeit wegen mögen sie wenigstens angedeutet werden. So lange die Schwefelsäure noch ein theueres Product unserer chemischen Fabriken war, bediente man sich zur Zersetzung des Salpeters eines schwefelsauren Salzes, also z. B. des Eisenvitriols. Dieses wird geglüht (calcinirt) und mit dem Salpeter gemischt, alsdann tritt die Salpetersäure an das Eisen und die Schwefelsäure an das Kali, es findet ein Austausch, es findet eine Verbindung übers Kreuz statt, wie wir bei dem Artikel über die Wahlverwandtschaften deren erwähnt haben.

Wenn man nun dieses Gemenge von Salzen erhitzt, so entläßt das Eisen die Salpetersäure, allerdings durch die hohe Temperatur zersetzt in Untersalpetersäure und Sauerstoff, allein wenn man in der Vorlage Wasser hat und die Dämpfe kommen mit diesem in Berührung, so verwandeln sie sich in Salpetersäure, sie nehmen das Wasser auf und werden dadurch zu dem Hydrat, welches man erzeugen will; auch die rothen Dämpfe vom Stickstoffoxydgas werden, da sie Sauerstoff mitbringen, von diesem in Gegenwart des Wassers höher oxydirt, bilden Salpetersäure und gehen in das Wasser ein. Die Methode ist gut genug für die alte Zeit, jetzt operirt man besser und viel vortheilhafter auf die angegebene Weise.

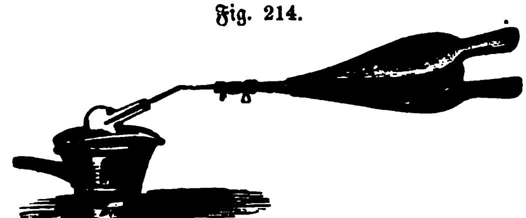
Es ist sehr schwer, die Salpetersäure wasserfrei darzustellen, weil sie sich sowohl durch Erhitzung zerlegt als auch durch Hinzufügen einer Substanz, welche ihr das Hydratwasser entziehen würde. Leichter ist es, zu ermitteln, wie viel wasserfreie Salpetersäure in einer concentrirten oder

rdünnten Säure enthalten ist, zu diesem führen mehrere Wege, der ein-
hste scheint der folgende zu sein:

Man wägt auf das Genaueste (der Chemiker darf überhaupt nie ohne
aaß und Gewicht arbeiten) eine Portion der zu untersuchenden Säure
, verdünnt sie alsdann mit Wasser und thut zu der verdünnten Säure,
ren Gewicht im concentrirten Zustande man ermittelt hat, so viel Blei-
yd (nicht Mennige, welche zwar auch Bleioxyd aber unreines und zum
heile geschmolzenes ist) als nöthig um die Säure, in welche es gebracht
orden, vollkommen zu sättigen und noch in einem Ueberschuß zu bleiben.
uf 15 Gewichtstheile Säure nimmt man 45 Theile des wohl getrockneten
nd fein gepulverten Oxydes.

Das Bleioxyd verbindet sich nun vollständig mit der Salpetersäure
ı einem wasserfreien Salze. Das Wasser, welches in der Säure war
nd welches man zur Verdünnung und Auflösung des Salzes zugesetzt,
uß durch Verdampfung entfernt werden, wie das Wasser, worin man
ochsalz aufgelöst hat. Um dies zu bewerkstelligen, bringt man die Lösung
ı den Kolben, in welchem
an sie bereitet hat, über
inen kleinen Ofen, wenn
er Kolben beschlagen ist,
ber freiem Feuer, wo nicht,
in einem Sandbade zum
ochen und Verdampfen, bis
ichts mehr als das sal-

Fig. 214.



etersaure Bleioxyd übrig ist; um dessen sicher zu sein, daß alle Feuchtig-
it entwichen ist, muß man sich eines kleinen Kunstgriffes bedienen, den
e Fig. 214 darstellt.

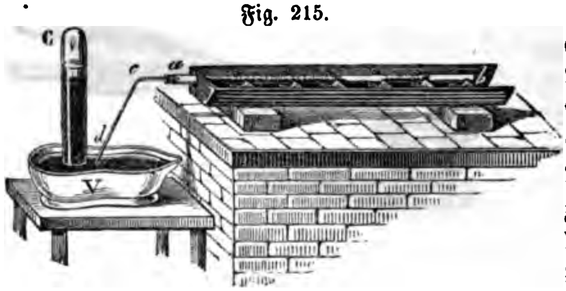
An die Mündung eines reinen Blasebalges bindet man ein gekrümm-
s Glasrohr, dessen eine Hälfte man in den schräge gestellten, erhitzt ge-
ltenen Kolben bringt, so daß es nirgends das Salz berührt, wohl aber
stattet, daß man vermöge des Blasebalges wiederholt neue Luft in den
olben führe. Diese sich in dem Kolben erwärmende Luft beladet sich
it den Wasserdämpfen, welche noch in dem Kolben waren und welche
an fast nur auf diese Weise entfernen kann, denn selbst bei der stärksten
hitzung eines Glasgefäßes, welches Feuchtigkeit enthielt, bemerkt man nach
m Erkalten, daß sie noch darin ist, indem die Wände des Glases sich
itweder überall gleichmäßig oder an einer besonders stark erkalteten Stelle
erhöhetem Maße beschlagen. Dadurch aber, daß man Luft hindurch
d immer wieder hindurch jagt, bewerkstelligt man endlich ein vollstän-
ges Trocknen.

Man nimmt nun das gewonnene Salz heraus und wägt es oder wägt dasselbe mit dem Kolben, dessen Gewicht man für diesen Fall natürlich vorher ermittelt haben muß.

Wir haben angenommen auf 15 Theile einer concentrirten Salpetersäure habe man 45 Theile Bleioxyd genommen, giebt 60 Theile, welche beide Substanzen zusammen wiegen. Nach dem Abdampfen und völligen Trocknen mögen übrig geblieben sein 54, so wird man dreist sagen dürfen: in dieser Säure waren enthalten 6 Antheile Wasser, denn von den 54 gefundenen Theilen müssen 45 Theile für das Oxyd abgezogen werden. Das Salz hatte also 9 Theile wasserfreie Säure gefunden, in ihm dargebotenen 15 Theilen Säurehydrat, so ergiebt sich das Verhältniß von 6 Theilen Wasser in 15 Theilen Säure oder von 9 Theilen wasserfreier Säure verbunden mit 6 Theilen Hydratwasser.

Soll nun noch weiter geschritten werden in der Untersuchung, will man auch noch wissen, in welchem Verhältniß der Stickstoff zum Sauerstoff steht in dieser concentrirten wasserfreien Säure, so kann man dieses durch Kupfer, welches man oxydiren läßt, erfahren.

Fig. 215.



In Fig. 215 ist ab eine bei b geschlossene Röhre von grünem strengflüssigen Glase, welche der Glühhitze ausgesetzt werden kann, ohne zu schmelzen. An das Ende b bringt man eine kleine Quantität doppelt kohlensaures Natron, dann wird eine beliebige Menge metallisches Kupfer, eine beliebige aber bestimmte Menge des salpetersaurem Bleies; hierauf wird blankes Kupfer in Form von möglichst feinen Drehspänen in die Röhre gebracht, welche auf diese Art in vier verschiedenen Lagen gefüllt ist. Die Quantitäten der verschiedenen Substanzen sind ganz gleichgültig, wieviel sie aber einzeln betragen, muß man genau wissen.

An das vordere Ende des Glasrohres ab befestigt man eine gebogene dünnere Glasröhre durch einen fest schließenden Kork, denn man will kein Zehntel Gran verlieren, was leicht geschehen könnte, ohne eine solche Vorsicht. Eine Quecksilberwanne V und ein Glascylinder C vollenden den Apparat.

Zuvörderst muß man die Luft aus dem Apparat vertreiben, zu diesem Behuf allein ist das Natrum bicarbonicum in der Röhre.

Man erhitzt denjenigen Theil der Röhre, in welchem dasselbe liegt,

rch eine Hand voll Kohlen, es wird sich sehr bald Kohlensäure entwickeln, lche, durch die übrigen Theile der Röhre streichend, die Luft mit sich t nimmt. Ob nur noch Kohlensäure erscheint, kann man daran sehen, nn man die Luft in Kalkwasser oder Kalkmilch treten läßt und sie darin zlich verschwindet; atmosphärische Luft würde nicht absorbirt werden, hlensäure mit Luft gemischt würde also einen Rückstand lassen, was bei ner Kohlensäure nicht der Fall ist.

Luftleer ist nun der Apparat keinesweges, es ist nur Kohlensäure an Stelle der atmosphärischen Luft getreten; der Laie wird also mit Recht gen, welchen Vortheil er denn von dieser Procedur habe.

Die Antwort ist sehr leicht zu geben. Die Salpetersäure ist aus uerstoff und Stickstoff zusammen gesetzt; wie sie zusammen gesetzt , wollen wir erfahren. Die atmosphärische Luft besteht aus denselben offen, ihr Sauerstoff würde zu dem Kupferoxyd treten, ihr Stickstoff rde mit dem der Salpetersäure in der Glocke C aufgefangen werden, s würde die Rechnung über die in der Säure enthaltenen Elemente be- en, darum verjagt man diese Luft. Die Kohlensäure hat keinen Stick- ff, welcher demjenigen aus der Säure beigemengt werden könnte, sie rd auch nicht durch das Kupferoxyd zerlegt, wie Wasserdämpfe oder dere lockere Verbindungen, endlich wird sie, wie sie da ist, sogleich fort- chafft, wir werden sogleich sehen, in welcher Weise.

Sobald die Operation bis zu diesem Punkte, bis zur Austreibung : atmosphärischen Luft und der Füllung der Röhren mit Kohlensäure, iehen ist, bringt man die Quecksilberwanne und den mit Quecksilber ge- lten Cylinder an die Mündung der Röhre c d, nachdem man in den linder C ein wenig concentrirte Kalilauge hat treten lassen, welche oben f dem Quecksilber schwimmt, das fast den ganzen Cylinder vollständig lt, so daß keine Luftblase über demselben steht.

Nunmehr erhitzt man den vordersten Theil der Röhre a b, in welcher Kupferdrehspäne befindlich, bis zum Glühen derselben, dann legt man h Kohlen unter das salpetersaure Bleioxyd. In kurzer Zeit wird das- be zersetzt und die Dämpfe der Säure finden keinen anderen Ausweg, über die glühenden Drehspäne von Kupfer, welche vor ihm auf seinem ege liegen. Das Kupfer rafft sofort den Sauerstoff der Dämpfe der :jagten Salpetersäure auf und läßt nur den Stickstoff fortgehen. Dieser anfangs mit Kohlensäure verunreinigt, sobald diese aber in die Kali- ge gelangt, wird sie alsbald aufgelöst und es bildet sich kohlensaures li, so daß nur das Stickstoffgas in die Röhre C über das Quecksilber angt.

Nach einiger Zeit wird das Bleisalz gänzlich zersetzt sein, es bilden

sich keine Blasen mehr, die durch das Quecksilber gehen, das Gasgemenge über dem Kali vermehrt sich nicht.

Wollte man nun die Operation unterbrechen, so würde man wieder Fehler in seine Rechnung bekommen, denn all der Stickstoff, welcher in den Röhren enthalten ist, käme nicht zur Abwägung, man muß also auch diesen noch haben und deshalb beschließt man die Operation mit dem Theile, mit welchem man sie begonnen hat, man erhitzt von Neuem das äußerste Ende der Röhre, in welchem das doppelt kohlensaure Natron liegt. Dieses vertreibt den Stickstoff aus den Röhren und es steigen wieder einige Luftblasen durch das Quecksilber und vermehren die Luftmenge in dem Cylinder. Wenn man nun aber noch ferner Blasen sich entwickeln sieht, dieselben aber in der Kalilauge verschwinden, dann ist dieses ein Zeichen, daß nun Alles vollendet ist und daß nur noch Kohlensäure übergeht. Man entfernt nun die pneumatische Wanne von dem Gasentwickelungsapparat und hat einerseits sämmtlichen Sauerstoff mit dem Kupfer vereint in der Röhre, andererseits den Stickstoff in dem Cylinder C.

Dieser letztere wird innerhalb der Quecksilberwanne mit einer gut anschließenden Glasplatte unterfahren, herausgehoben und in eine tiefe Wanne mit Wasser gebracht. Sobald er so weit untergetaucht ist, daß die Luft im Innern etwas zusammengedrückt wird, läuft das Quecksilber in die Wanne und das absperrende Wasser tritt an seine Stelle, vereinigt sich auch alsbald mit der Kalilauge, die es auflöst und wegspült und man hat jetzt in dem Cylinder nur Stickstoffgas. Die Menge erkennt man, nachdem der Cylinder so weit in das Wasser getaucht ist, daß dieses inwendig und auswendig gleich hoch steht, an den Theilstrichen der Röhre, bis zu welcher es reicht, oder man wägt dasselbe unter Wasser ab.

Den Sauerstoff findet man mit dem Kupfer verbunden, die Rechnung stellt sich nun so: Wir wissen genau, wieviel salpetersaures Bleioxyd wir angewendet haben und wir wissen auch wie viel Säure und wieviel Bleioxyd darin enthalten ist. Sollten wir dies nicht mehr wissen, so würden wir es dadurch erfahren, daß wir den in der Röhre vorgefundenen Rest Bleioxyd abwägen und dieses Gewicht abziehen von demjenigen, welches wir als salpetersaures Bleioxyd in die Röhre gebracht haben.

Die Salpetersäure beträgt also eine uns ganz genau bekannte Menge. Die Zersetzung ist erfolgt. Das Kupfer wird gewogen — es wiegt jetzt mehr als früher. Dies ist der Sauerstoff, der zu seinem Gewichte kommt. Die Glocke C war leer, jetzt enthält sie ein gewisses Gewicht Gas, dies ist der Stickstoff, welcher mit dem Sauerstoff zu Salpetersäure verbunden war.

Gesetzt, wir hätten 306,8 Gran salpetersaures Bleioxyd angewendet,

wissen wir nach seiner Zusammensetzung aus 67,4 Bleioxyd und 32,6 ılpetersäure, daß hierin, in diesen 306$^{8}/_{10}$ Gran des Salzes, 100 Gran .sserfreie Salpetersäure enthalten sein müssen. Diese ward zersetzt und r haben die Zersetzungsproducte vor uns, den Sauerstoff in dem Oxyde, ı Stickstoff als gleichnamiges Gas. Das eingebrachte Kupfer wog vor n Experiment 300 Gran, jetzt nach dem Experiment wiegt es 374,1 Gran, ist noch nicht Alles oxydirt; dies ist auch nothwendig, denn man hat sichtlich mehr Kupfer genommen als zur Entfernung des Sauerstoffes thig, damit nicht eine Spur desselben als Gas entweiche.

Hier hätten wir den einen Factor; es muß nun das aufgefangene tickstoffgas so viel betragen, daß bei dem Normalbarometerstande von Zoll und bei einer Temperatur von 18° C. dasselbe trockne, also frei n Wasserdämpfen grade 25,9 Gran wiegt. Ist dies nicht der Fall, so ıß ein Fehler vorgegangen sein und man wird das Experiment wieder-len müssen, bei gut angestellten Versuchen ist dieses jedoch jederzeit s Resultat der Untersuchung; denn dies ist die wirkliche Zusammen-zung der Säure und man macht den Versuch nicht um einen andern :perimentator zu controlliren, sondern um durch die eigene Forschung zu 'ahren, welche Bestandtheile und in welchem Verhältniß in einem Körper, :r also in der wasserfreien Salpetersäure vorhanden sind.

Man hat lange Zeit geglaubt, daß es unmöglich sei, die wasserfreie alpetersäure darzustellen, allein es ist schließlich doch, wiewohl durch Um-:ge, indem man beinahe alle Potenzen, über welche die Chemie zu ge-:ten hat, starke Austrocknung, Affinität, Erhitzung, starke Erkältung ꝛc. sammen wirken ließ, dem Chemiker Deville gelungen, sie darzustellen.

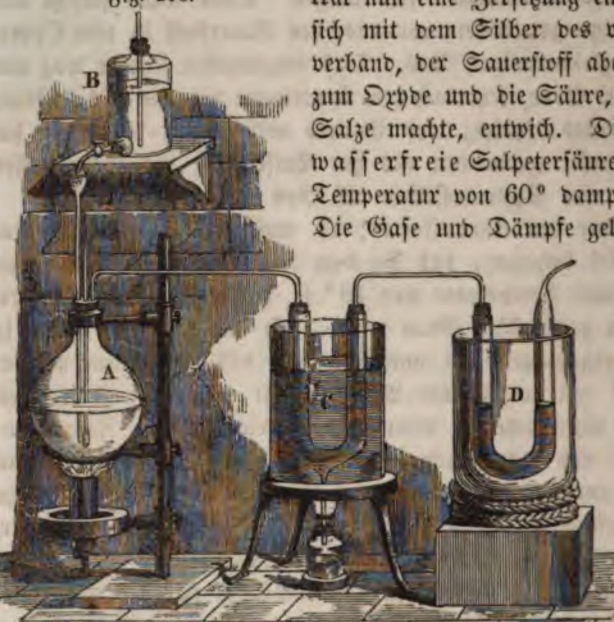
In einen Ballon wurde reines, trocknes Chlorgas gefüllt. Ueber mselben stand ein Gefäß mit concentrirter Schwefelsäure, welche bekannt-h sehr begierig nach Feuchtigkeit ist und deshalb gebraucht werden kann, ı Gase zu trocknen. Indem man diese Säure in den Trichter fließen ließ, nnte das in dem Ballon enthaltene Gas zusammen gedrückt und vertrie-n werden, gleichzeitig bewirkte die concentrirte Schwefelsäure, daß alle zte Spuren von Feuchtigkeit, welche möglicherweise das Chlorgas haben nnte, weggenommen wurden.

Aus dem Ballon führte ein Glasrohr nach einer Uförmig gebogenen öhre, in welcher eine große Quantität salpetersaures Silberoxyd ($^{3}/_{4}$ bis ı ganzes Pfund) befindlich, welches mit seinem Inhalt in einem Glas-fäß stand, das durch eine untergesetzte Lampe auf ungefähr 60° C. halten wurde.

Wenn man den gläsernen Hahn des Gefäßes öffnete und daraus die ncentrirte Säure in den Ballon treten ließ, so mußte ein entsprechender

Raum von Chlorgas entweichen und dieses fand keinen andern Weg, als durch die gebogene Röhre nach dem mit Silberoxyd gefüllten Rohre. Hier trat nun eine Zersetzung ein, indem das Chlor sich mit dem Silber des vorhandenen Salzes verband, der Sauerstoff aber, der das Metall zum Oxyde und die Säure, die das Oxyd zum Salze machte, entwich. Diese Säure ist eben wasserfreie Salpetersäure, welche sich bei der Temperatur von 60° dampfförmig ausscheidet. Die Gase und Dämpfe gelangten nun in eine zweite ähnlich gebogene Röhre, welche leer gehalten, aber durch eine Mischung von Eis und Küchensalz oder Salpetersalz bis auf eine Temperatur von 20 Gr. unter Null herabgestimmt wurde. In dieser Kälte schlug sich der Dampf der concentrirten und wasserfreien Säure nicht nur flüssig nieder, sondern ging in festen Zustand über, indessen das Sauerstoffgas aus dem offenen Ende der Uförmigen Röhre entwich. Es wurde natürlich gleichfalls aufgefangen, damit man erfahre, was für ein Gas es sei, doch bedarf dies weiter keiner Erläuterung durch die Zeichnung.

Fig. 216.

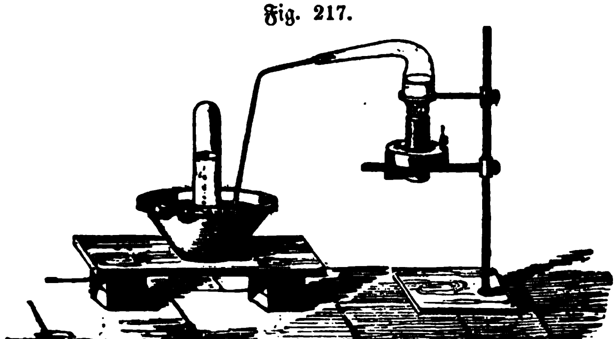


Die Krystalle sind farblos, bestehen aus rhombischen Säulen, haben einen schönen Spiegelglanz und sind sehr klar und durchsichtig. Sie erhalten sich im festen Zustande bis zu 30° C., dann schmelzen sie und ihr Siedepunkt ist so nahe am Schmelzpunkt, daß man die flüssige Säure kaum noch um 20 Grad mehr erwärmen darf, um sie kochen und sich in zweierlei gasförmige Säuren zersetzen zu sehen. Bewahren kann man diese wasserfreie Säure nur in zugeschmolzenen starken Glasröhren, doch eigentlich immer nur in künstlich erniedrigter oder wenigstens in der Wintertemperatur unter dem Gefrierpunkt, weil bei höherem Grade von Wärme die Säure zerfließt und sich zersetzt und gasförmige Säuren, salpetrige Säure ꝛc. die Röhre zersprengen.

Stickstoffoxydul. (NO.)

Die einfachste Art, diese gasförmige Säure darzustellen, ist die: in iner mit Wasser verdünnten Salpetersäure ein Metall aufzulösen. Bei er Oxydation des Metalles und der erfolgten Verbindung mit der Säure a einem Salze, welches vom Wasser aufgelöst wird, entweicht Stickstoff- xydul (NO) oder Stickstoffoxyd (NO_2) oder beides gemengt, je nach dem Metall, welches man angewendet hat. Zink z. B. entwickelt beide Gasarten und man trennt das Oxyd des Stickstoffes von dem Oxydul da- urch, daß man in das Gefäß, welches dieses Gasgemisch enthält, Eisen- eilspäne oder feine Drehspäne von Zink, beide vorher benetzt, bringt und ie Gase damit in Berührung läßt. Das Stickstoffoxyd, welches sich in em Gasgemenge befand, giebt seinen Sauerstoff zur Hälfte an das Zink der Eisen ab und es bleibt in dem Gase neben dem oxydirten Metall ur noch das Stickstoffoxydulgas.

Fig. 217.



Von dieser un- equemen Darstel- ungsweise ist man brigens längst ab- egangen und man ndet ihrer nur och in französi- hen und engli- hen Werken als er einzigen Art edacht oder in lchen deutschen Büchern, die jenen gedankenlos nachgeschrieben sind. Die euere Art geht direct auf die Sache los.

In eine kleine Retorte bringt man salpetersaures Ammoniak, das ian, um es gut und rein zu erhalten, sich selbst bereiten kann, wenn ian **kohlensaures** Ammoniak in reines Salpetersäurehydrat, das zuvor it etwas Wasser verdünnt war, einträgt, so lange, bis keine Entwickelung iehr stattfindet. Man dampft die Flüssigkeit nunmehr ab, bis sie so oncentrirt ist, daß ein Tropfen davon, auf eine Glasplatte gebracht, arauf erstarrt. Man läßt das Feuer nun abgehen und zerschlägt später en erkalteten Salzkuchen in kleine Stücken, welche sich bequem in die Retorte bringen lassen, die man, wie Fig. 217. zeigt, über eine **Berzelius**'sche Weingeistlampe erhitzt, oder die man auch auf ein Kohlenfeuer

setzen kann. Dies letztere hat eine viel energischere Hitze (deshalb die Retorte auch immer mit Lehm beschlagen sein muß), das Lampenfeuer hat darum seinen Vortheil, daß es viel leichter nach dem Gange und der Erforderniß der Operation zu regeln ist.

Wenn man den Apparat zusammen gestellt hat und die nöthige Temperatur nach und nach gegeben worden, so schmilzt das Salz, dessen Bereitung soeben beschrieben worden und bei fernerer Erhöhung der Temperatur beginnt es zu sieden und zerlegt sich vollständig in Stickstoffoxydul und in Wasser, welches letztere dampfförmig mit über geht und in dem Wasser der pneumatischen Wanne niedergeschlagen wird. Dieses letztere muß aber wenigstens 30 Grad warm sein, besser wenn die Temperatur noch etwas höher ist, welches indessen während der Operation von selbst kommt, da die übergehenden Wasserdämpfe ihre Vaporisationswärme an das Wasser abgeben, indem sie sich darin niederschlagen. Kaltes Wasser darf man nicht anwenden, weil dasselbe das Stickstoffoxydul in großer Menge absorbirt.

Das Experiment ist sehr interessant, allein es gehört eine fortwährende Aufmerksamkeit dazu, man darf das Feuer nicht stärker werden lassen, als zum mäßigen Sieden des zerflossenen Salzes nöthig ist, weil sich durch die Zersetzung selbst die Wärme steigert. Es kann die Zersetzung so lebhaft werden, daß sich nicht mehr Stickstoffoxydul und Wasser bildet, sondern fast nur Stickstoffgas übergeht, indem sich weiße, stechende und Husten erregende Dämpfe bilden, deren Zusammensetzung man noch nicht kennt, weil es zu gefährlich ist, sich dem Apparat in diesem Stadium zu nähern, welchem fast immer Zerstörung durch eine heftige Explosion bevorsteht.

Geht alles den ruhigen gemäßigten Gang, so findet keine Gefahr statt, das geschmolzene Salz verkocht bis auf die letzte Spur, es bleibt kein Tropfen übrig, es wird alles in die gedachten Substanzen zerlegt.

Dieses Stickstoffoxydul ist dasjenige Gas, welches am Anfange dieses Jahrhunderts unter dem Namen „Lustgas“ großes Aufsehn erregte. Humphry Davy, als er noch Chemiker der Pnewmatic Society war und eine Menge verschiedener Gasarten zu bereiten hatte, mit denen die Gesellschaft von Aerzten Versuche an Kranken machte, gab zuerst Nachricht von den wunderbaren Eigenschaften dieses Gases. Wenn man die Lungen gut von Luft entleert, indem man stark und anhaltend ausathmet, darauf aber dieses Stickstoffoxydul langsam, behutsam einathmet*), so

*) Weil die Wirkung doch bei einigen Personen nicht die oben angegebene angenehme, sondern eine sehr störend unangenehme ist, der man bei gehöriger Behutsamkeit ausweichen kann.

ült man eine eigene, wunderbare Süßigkeit nicht sowohl Zunge als aumen, die Geschmacksnerven also, sondern die ganze Lunge erfüllen — m athmet ohne Beschwerde aus und dasselbe Gas wieder ein und wenn m dieses eine halbe Minute fortsetzt, so beginnt eine eigenthümliche teigerung aller geistigen Thätigkeiten, die wunderbarsten Gedanken, die inzendsten Einfälle gehen durch das Gehirn, selbst desjenigen, der sonst en nicht reich an Witz und guten Einfällen ist; man wird gesprächig, eraus heiter. Nachdem das Einathmen eine Minute gedauert hat, wird r ganze Zustand noch viel mehr erhöhet und nach zwei bis höchstens ei Minuten artet er in einen völligen Rausch aus, welcher nur das genthümliche hat, daß er immer und bei jedem, der die Versuche bis so it getrieben hat, ein heiterer, fröhlicher Rausch ist, indessen der durch ein und andere gegohrene Getränke hervorgebrachte von der Indivi= alität des Trinkers abhängt, bald ein fröhlicher, bald aber auch ein inerlicher, ein böser Rausch wird, in welchem man zank= und streit= htig, blutdürstig, mordlustig werden kann, was alles von dem Rausche, rch das Lustgas erzeugt, nicht gilt, daher der Name soweit ganz gut wählt ist.

Auch die Folgen eines solchen Experimentes sind nicht gefährlich und ht unangenehm, in wenigen Minuten ist der Rausch vorüber, ohne daß Uebelkeiten oder Kopfweh zurückläßt. Man macht den Versuch ge= hnlich so, daß man das Stickstoffoxydul in einer großen Rindsblase ffängt und es aus derselben durch ein etwa zollbreites Mundstück ein= met; das Gas verschwindet ziemlich schnell, denn es wird nur sehr nig wieder ausgeathmet, es scheint nicht, daß es so sei wie mit dem athmen atmosphärischer Luft, wo die gebildete Kohlensäure den Verlust Sauerstoff dem Volumen nach vollständig ersetzt; allein bei diesem Ver= ren bekommt man immer den unangenehmen Geschmack der thierischen embrane, welche ihrem Geruch ganz gleich ist; man verfährt daher nlicher und appetitlicher, wenn man das Gas in einem mäßigen Gas= hälter auffängt und aus diesem einathmet, indem man durch den Zufluß t Wasser durch die obere Abtheilung desselben das Gas austreibt, das asser muß allerdings lauwarm sein, weil kaltes Wasser das Gas in er Menge aufnimmt, welche drei Viertheilen seines Volumens entspricht. ier Raumtheile Wasser nehmen drei Raumtheile Gas auf.)

Die Wirkungen des Stickstoffoxyduls sind jedoch keinesweges bei jedem angenehm. Manche Personen erleiden dadurch einen heftigen Reiz zum sten, manche bekommen sogar Erstickungszufälle; diese dürfen natürlich Versuche nicht weiter fortsetzen. Auch diejenigen, welche ohne Be= werde athmen, würden sehr Unrecht thun, wenn sie dies fortsetzen

wollten; denn es scheint doch eine Zersetzung des Gases in dem menschlichen Körper vorzugehen, welche nicht der ähnlich ist, die der Sauerstoff erleidet; Thiere, welche man eine halbe Stunde darin athmen ließ, sind jederzeit gestorben und zwar mit den Zeichen des höchsten Rausches; es dürfte also nicht zu rathen sein, das Experiment lange fortzusetzen, wiewohl eine oftmalige Wiederholung desselben in den Schranken, daß man das Einathmen nicht weiter treibt, als bis zum Rausche selbst, unschädlich ist, welches der Verfasser in seiner Jugend an sich und seinem väterlichen Freunde und würdigen Lehrer Hermbstädt erfahren hat.

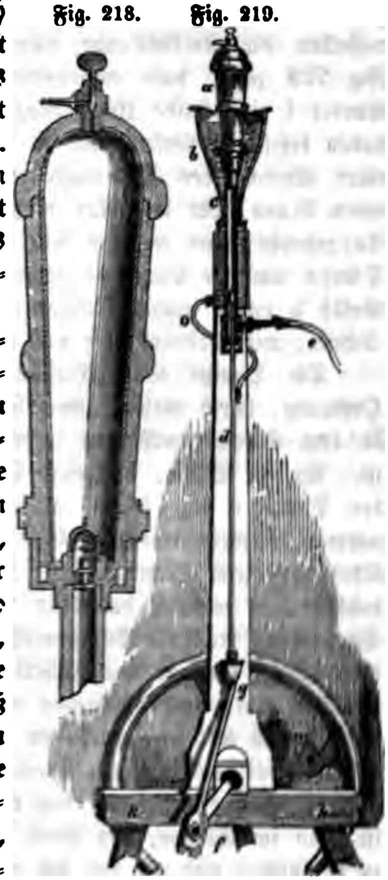
Nächst dieser berauschenden Wirkung hat das Stickstoffoxydulgas Eigenschaften, welche es dem Sauerstoffgas sehr ähnlich machen; mit Wasserstoffgas gemischt und entzündet, explodirt es so heftig wie Knallgas; auch andere brennbare Gasarten, Schwefelwasserstoffgas, Kohlenoxydgas rc., verbrennen darin und auf die glühende Kohle, den brennenden Phosphor, wirkt es ganz wie Sauerstoffgas; wenn der Schwefel hell und hoch brennt und man ihn so in das Gas bringt, giebt er dieselbe Erscheinung, wie im Sauerstoffgas; wenn er aber mit schwacher Flamme brennt, löscht er darin aus; die Hitze muß also sehr intensiv sein, wenn die Ausscheidung des Sauerstoffes aus dieser Gasart erfolgen soll.

Dieses Gas gehört auch zu denjenigen, welche nicht permanent sind, welche also eigentlich keine Gasarten, sondern Dämpfe von Flüssigkeiten sind. Von den bisher betrachteten Gasen kann man dieses nicht sagen; Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff sind permanente Gasarten, es ist bis jetzt durch keine Zusammendrückung und keine Erkältung gelungen, sie in Flüssigkeiten zu verwandeln wie den Dampf der Verbindung aus Wasserstoff und Sauerstoff und wie die Dämpfe anderer Flüssigkeiten; der Grund, warum man dieses Stickstoffoxydulgas und viele andere, die wir später betrachten werden, eine Reihe von Jahren für permanente Gasarten hielt, liegt in den schwachen, unvollkommenen Mitteln, über welche man früher gebot; hätte man Stickstoffoxydul statt atmosphärischer Luft in den Kolben einer Windbüchse gebracht, so würde man dasselbe flüssig gehabt haben; dies ist es, was Natterer gethan, dessen Apparat behufs der Verdichtung von Gasarten eine außerordentliche Verbreitung in den größeren chemischen Laboratorien gefunden hat.

Derselbe besteht aus einem Windbüchsenkolben von länglich ovaler Form, von sehr starkem, beinahe viertelzölligem Sturzblech (schwarzem Eisenblech) geschmiedet und dann in dreifacher Dicke mit Eisen umgossen, wobei noch besondere Reifen an mehreren Stellen die Widerstandsfähigkeit vergrößern. Am unteren, engeren Theile befindet sich eine Windbüchsenpumpe aus dem Laufe einer Commißflinte gemacht und darüber, da wo

: mit der Höhlung des Kolbens zusammenhängt, sitzt das Kegelventil, elches durch eine ziemlich starke Spiralfeder nach unten gedrückt wird. m entgegengesetzten Ende befindet sich n eigens construirter Hahn. Es ist n seitwärts mündendes Rohr, welches m oben herab durch eine senkrecht rabgehende Schraube geschlossen wird. st die Schraube niedergedrückt, so kann chts aus dem Gefäß entweichen, hebt an sie nun etwas, so entweicht das as unter einem starken Drucke seit- ärts den vorgeschriebenen Weg.

Fig. 218. Fig. 219.



In Fig. 219 sieht man diesen Ap- rat vollständig zusammen gesetzt, wie- ohl auch nur im Durchschnitt. Zu erst bei a das eben beschriebene Ge- ß, um die zusammengedrückte Gasmasse fzunehmen. Dasselbe steht in einem oßen Gefäß b — am Besten aus Holz, s einem schlechten Wärmeleiter, oder us Töpfergeschirr — leider aber sind e Mechaniker nicht dazu zu bringen, rgleichen Angaben zu befolgen, sie achen auch dies zweite weitere Gefäß s Metall, das Uebelste was sie thun nnen, weil es seinem Zwecke gerade wider läuft. Dieses Gefäß soll näm- h eine erkältende Mischung aufnehmen, mit das Gas, welches nach dem Kol- n a getrieben wird, die möglichst niedrigste Temperatur erhalte. Kann sselbe von außen her Wärme aufnehmen, so verliert es von seiner übrigen Temperatur und darum ist Holz der beste Stoff dazu.

Das Gefäß verengert sich nach unten zu und steht dort mit einem hlen Cylinder in Verbindung, welcher denselben Zweck hat wie das efäß b; er soll mit dem von der Kältemischung abfließenden Wasser eine umpe c umgeben, welche viele hundertmal gebraucht wird und welche rch die Reibung des Stempels an dem Rohr, so wie durch die Com- ession des Gases stark erwärmt werden würde. Diese Pumpe, deren erstes Ende wir in Fig. 218 gesehen haben, wie es sich an den Kolben schließt und wie es durch das Ventil geschlossen, ist, wie bereits bemerkt,

von einem Flintenrohr gemacht, ganz auf die Weise, wie die Pump
Windbüchsen. Eine Kolbenstange d ist durch ein bewegliches Zwisch
g f an der Kurbel und Axe eines Rades befestigt, so daß beim Um
desselben die Kolbenstange bald ganz herniedergezogen wird, w
Fig. 219 zeigt, bald emporgehoben, wenn das Rad und mit ih
Kurbel f eine halbe Umdrehung gemacht. h k ist ein starkes am
boden befestigtes Gestell, und m die Oeffnung, in welcher die Handh
einer Speiche des Schwungrades sitzt, vermöge derer die Pumpe
einen Mann, der das Rad dreht, in Bewegung gesetzt wird; o i
Ausgußrohr, aus welchem das Schmelzwasser abläuft, nachdem es
Dienste um die Pumpe f gethan hat; es wird von oben her au
Gefäß b durch immer frisches ersetzt, dort aber muß eben so stets
Schnee, mit Salmiak oder mit Chlorcalcium gemengt, nachgefüllt w

Die Pumpe einer Windbüchse hat an ihrem untersten End
Oeffnung, durch welche atmosphärische Luft eintreten kann, nachde
in dem Stiefel vorhanden gewesene in den Windbüchsenkolben ge
ist. An der Stelle, wo diese Oeffnung befindlich, ist natürlich a
der Pumpe c eine solche, allein sie soll nicht atmosphärische Luf
nehmen, sondern dasjenige Gas, welches man untersuchen will, d
führt aus dieser Mündung oder Oeffnung ein Schlauch c nach dem
behälter, in welchen das Gas aufgefangen worden und bei jedem
Stempelzug tritt die Pumpenröhre voll Gas. Gesetzt der Kolben
halte grade viermal den Inhalt des Pumpenrohres, so wird nach
maligem Auf- und Abschieben des Stempels genau noch einmal s
Luft in dem Kolben a enthalten sein, als vorher, bei acht Zügen d
so viel, bei zwölfmaligem Stempelhub viermal so viel, oder die L
Innern wird einen Druck von vier Atmosphären erleiden. Auf die
ist man im Stande, den Grad der Compression genau zu ermittel
zu bestimmen und da hat sich denn ergeben, daß Stickstoffoxydul
unter einem Druck von 40 Atmosphären zu einer Flüssigkeit wird,
klar, farblos, so leicht flüssig wie Wasser aber von den allerwunder
Wirkungen ist.

Wenn man den Hahn öffnet, durch welchen die Sperrung ve
wird, so geht die heraustretende Flüssigkeit zuerst in Damf über,
entwickelt sie durch eben diese Verdampfung eine solche Kälte oder
tiger ausgedrückt, rafft sie dergestalt alle Wärme der Umgebung
(um damit zu verdampfen), daß bald nicht genug mehr zu diesen
wandlungsprozeß vorhanden ist und die Flüssigkeit nunmehr statt z
dampfen in den entgegengesetzten Aggregatzustand übergeht, nämlich e
zu einem schneeartigen krystallisirten Körper wird.

Dieser unschuldig scheinende Schnee ist etwas sehr Gefährliches, er cht nämlich durch die außerordentlich niedrige Temperatur (88° unter ll) auf organische Körper die Wirkung des Verbrennens. Wir wissen, ; es schon ein sehr frostiger Spaß der Bewohner von Moskau, von Ar= ngel und andern nördlich gelegenen Städten ist, ein Stückchen gefrornes ecksilber, mit dickem Handschuh gefaßt, den zu Neckenden in die bloße nd zu drücken; das Quecksilber schmilzt darin und entzieht der Hand gestalt heftig und schnell die Wärme, daß eine tüchtige Brandblase aus entsteht. Die Temperatur des schmelzenden Quecksilbers beträgt r nur —40°, indessen die des zerfließenden Stickstoffoxyduls —88° rägt; man kann sich vorstellen, um wie viel heftiger die Wirkung einer hen Substanz sein wird.

Man kann mit der nöthigen Vorsicht diese Flüssigkeit in kleine Glas- iße bringen, welche in Kältemischungen stehen; in solchen hält sich das ickstoffoxydul eine halbe Stunde lang selbst an freier Luft und man n damit experimentiren, nur muß man sich hüten, etwas davon auf Hände kommen zu lassen, denn der kleinste Tropfen erzeugt eine Brand= abe.

Da Eisen und andere Metalle, wenn sie in diese Flüssigkeit hinein- chen, ein Sieden und Zischen hervorbringen, wie wenn sie glühend ren, so ist zu verwundern, daß Kaliummetall, welches so leicht oxydir= ist, ohne eine Wirkung auszuüben, oben auf schwimmt, sich nicht zer= t. Das Zischen eines eingetauchten Metalles entsteht aus derselben sache wie das Zischen glühenden Eisens in Wasser; zu der niederen mperatur der vorhandenen Flüssigkeit bringt es plötzlich einen Wärme= d, welcher weit über den Siedepunkt der Flüssigkeit hinaus geht. lium ist ein leichtes Metall, es schwimmt auf Wasser; da Kohle, osphor und Jod in ganz gleicher Weise indifferent sind gegen diese lssigkeit, so kommt dieses vielleicht daher, daß sie zu wenig Berührungs= nkte mit dem Stickstoffoxydul haben und als schlechte Wärmeleiter (in= ; die Metalle die besten Wärmeleiter sind, die wir kennen) die Wärme che sie enthalten, aus beiden Gründen (schlechtes Leitungsvermögen und nig Berührungspunkte) nicht an die Flüssigkeit abgeben.

Bringt man die Kohle glühend auf die Flüssigkeit, so brennt sie unter : lebhaftesten Feuererscheinungen wie im Sauerstoffgase fort und man hier — was wohl eine große Merkwürdigkeit ist, die extremsten Tem= aturen neben einander in demselben Gefäß, die Temperatur der im uerstoff verbrennenden Kohle wenigstens 2000 Grad über Null und des durch Verdampfung erstarrenden Stickstoffoxyduls 88° unter Null. Quecksilber, in einem sehr feinen Strahl in die Flüssigkeit gegossen,

erstarrt darin augenblicklich, wenn der Fall einige Zoll hoch war, zu lauter überaus kleinen Kügelchen; bringt man dagegen die Pipette mit Quecksilber nahe an die Flüssigkeit und steht diese drei bis vier Zoll hoch in dem Glase, so entstehen durch das hineinfließende Quecksilber eben so viele Drahtstifte von diesem Metalle, als man absatzweise Strahlen desselben hat in die kalte Flüssigkeit gelangen lassen.

Daß Wasser zu Eis erstarrt, wenn es auf die Oberfläche des flüssigen Oxyduls kommt, versteht sich eigentlich ganz von selbst, denn bei einer Temperatur, bei welcher Quecksilber im Augenblick gefriert, kann Wasser nicht flüssig bleiben; allein eine Merkwürdigkeit ist, daß daraus Detonationen und Explosionen entstehen. Das Wasser nämlich hat eine so große Wärmecapacität, daß sie genügt, um eine 13mal so große Menge Quecksilber auf denselben Grad zu erwärmen; würde man z. B. einen eisernen Kessel durch eine senkrechte Scheidewand in zwei Theile sondern, in den einen 13 Pfund Quecksilber, in den andern 1 Pfund Wasser gießen und diesen Kessel über eine breitflammige Spirituslampe oder über ein Kohlenfeuer setzen, welches auf die eine Hälfte so stark wirkte als auf die andere, so würden die 13 Pfund Quecksilber gleichen Schritt in der Erwärmung mit dem Wasser halten.

Oder um das Exempel anders zu fassen: Hätte man ein Pfund Wasser von 100 Grad und wollte man so viel Quecksilber hinzuthun, daß beides in demselben Gefäß auf 50 Grad käme, so müßte man zu dem einen Pfund Wasser 13 Pfund Quecksilber von 0° gießen. Das Wasser hat also einen dreizehnmal größeren Wärmeschatz in sich als das gleich hoch temperirte Metall.

Dieser Umstand bringt die Erscheinung hervor, von welcher gesprochen worden, die Fähigkeit, Wärme aufzunehmen; die Wärmecapacität ist bei keinem Körper so groß als beim Wasser, daher kann es auch an andere Körper so viel abgeben und wenn also ein kleines Tröpfchen davon auf eine sehr kalte, explosionsfähige Substanz kommt, so kann dieses wohl erstarren, nimmt man aber eine größere Menge und wäre es nur eine Quantität wie sie in einen Fingerhut geht, so ist die darin enthaltene gefangene Wärme so groß, daß sie die flüssige Substanz, deren Kochpunkt äußerst tief unter Null liegt, zum plötzlichen Verdampfen bringt und dadurch eine Explosion unter denselben Gründen verursacht, unter denen ein Dampfkessel explodirt; die darin enthaltene flüssige Substanz nimmt einen 1200mal größeren Raum ein und zerreißt die halbzolldicke Kesselwandung aus geschmiedetem Eisen.

Wenn dies Stickstoffoxydul flüssig wird, bei — 88°, befindet es sich in der Lage des Wassers bei 100° über Null, es ist auf dem Kochpunkte,

e Spur von Wärme, welche dem Wasser über + 100° zugeführt wird, ingt dasselbe zum Kochen, eben so jede Spur von Wärme, welche den tickstoffoxydul über — 88° zugeführt wird, erhebt man seine Temperatur einem hermetisch verschlossenen Raume auf — 87°, so siedet es; allein rch die Verdampfung, welche mit großer Heftigkeit vor sich geht und e große Menge Wärme, viel mehr als die zugeführten paar Grade von berfläche der Flüssigkeit entführt, wird diese so stark abgekühlt, daß der ersuch an freier Luft mit geringen Antheilen von Wärme nicht gelingt, i größeren aber geschieht die Verdampfung so gewaltsam, daß eine Explosion die unausbleibliche Folge ist.

Durch Verdampfung ihrer eigenen Masse kühlt sich, wie wir bereits sagt haben, die Säure so ab, daß sie erstarrt. Diese schneeartigen ocken, mit möglichst kaltem Aether gemischt (Aether gefriert nicht unter 50 Grad, kann also bis dahin erkältet werden), bringen eine Temperaturniedrigung hervor, welche alles bisher Gekannte übertrifft.

Die flüssige Kohlensäure (eine Gasart, welche unter ganz gleichen nständen, d. h. unter Temperaturerniedrigung und Druck, flüssig gemacht rden kann) giebt beim Verdampfen den Grad von Kälte, welchen man her für den niedrigsten hielt, der zu erzielen sei, jetzt sagt Faraday: Temperatur der flüssigen Kohlensäure verhalte sich zu der des flüssigen tickstoffoxyduls wie ein heißes Sandbad zu anderen Flüssigkeiten, indem s Oxydul in dieser flüssigen Kohlensäure zu heftigem Sieden kommt. iese flüssige Kohlensäure ist also heiß gegen flüssiges Stickstoffoxydul, wie g sie sich nun erst verhalten gegen festes. Man hat Grund zu glauben, ß die Mengung von festem Stickstoffoxydul mit Aether eine Temperatur n 200 Grad unter Null hervorbringe.

Wir haben Stickstoffoxydulgas aus einer höheren Oxydationsstufe des tickstoffes gewonnen; es kann daher wohl die Frage entstehen: wie ist un dieses Gas zusammen gesetzt, und dies muß die Analyse beantworten. as Experiment ist auch ganz leicht. Man biegt eine gut gekühlte starke lasröhre über der Glasbläserlampe in ein ie, wie die Fig. 220 zeigt und schmilzt sie einen Ende zu; nun füllt man sie über ueckfilber etwa zur Hälfte mit Stickstoffydulgas, bemerkt sich aber durch einen nen Strich sehr genau die Stelle, bis zu lcher das Gas reicht, wo Gas und Quecksilber sich berühren. Man ingt nun ein kleines Stückchen Kaliummetall durch einen Eisendraht den gebogenen Theil der Röhre und hält darunter eine schwache Spiusلampe; so wie das Kalium warm wird, verbrennt es heftig au-

Fig. 220.



Kosten des Sauerstoffes und zwar mit solcher Vehemenz, daß Regnault in seinem großen Werke über Chemie ausdrücklich sagt: man müsse die Quecksilberröhre sehr fest in der Hand halten, weil sie sonst aus der pneumatischen Wanne hinausgeworfen werde.

Sobald die Verbrennung vorüber und die Röhre wieder abgekühlt ist, wird man bei Untersuchung des jetzigen Standpunktes des zurückgebliebenen Gases finden, daß derselbe gar nicht verändert ist. In der Röhre ist jetzt noch genau eben so viel Stickstoffgas als vorher Stickstoffoxydul darin war, aber der Sauerstoff ist vollständig verzehrt durch das Kalium.

Das Stickstoffoxydul wog 1,527, der Stickstoff wiegt noch 0,972; es sind mithin verloren oder vom Kalium aufgenommen 0,555, also enthält 1 Raumtheil des gemischten Gases genau 1 Raumtheil Stickstoff und ½ Raumtheil Sauerstoff, beides verdichtet zu 1 Raumtheil Stickstoffoxydul, daher auch die größere Schwere des Oxyduls.

Will man dies nach Procenten berechnen, so setzt man eine Proportion an, welche immer in sich selbst den Schlüssel trägt, indem man durch Multiplication der beiden Mittelglieder und Division des Products durch das bekannte äußere Glied das andere äußere Glied, welches unbekannt ist, erhält.*)

1,524 (Stickstoffoxydul) verhält sich zu 0,972 (Stickstoff), wie sich verhält 100 (das Gasgemenge) zu x (Stickstoff) dem Unbekannten.

Der Mathematiker schreibt: $1{,}524 : 0{,}972 = 100 : x$ und er multiplicirt die beiden mittelsten Glieder $0{,}972 \times 100$ mit einander, was das Product 97,200 giebt, dieses durch 1,524 dividirt (wobei man bekanntlich die Komma ganz unberücksichtigt läßt und erst nachher die Decimalstellen absondert) 63,77.

Dieser Quotient 63,77 ist also dasjenige, was an Stickstoff in 100 Theilen Stickstoffoxydul ist, wenn 6,972 Stickstoff in 1,524 des Oxyduls enthalten war. In 100 Theilen Stickstoffoxydul befinden sich 63,77 Theile Stickstoff und 36,23 Sauerstoff.

Zu einem ganz gleichen Resultate auf Volumina gebracht, gelangt man nach Regnaults und anderen Angaben durch die gewöhnlichen Eudiometerversuche, indem man bestimmte Mengen des Stickstoffoxyduls

*) Es darf wohl kaum gesagt werden, daß man eben so die beiden äußeren Glieder multipliciren und mit dem bekannten mittleren dividiren könnte und würde, wenn die unbekannte Größe eins der mittleren Glieder wäre; stände die Proportion z. B. so: $100 : x = 1{,}524 : 0{,}972$, oder auch: $0{,}972 : 1{,}524 = x : 100$, so würde man jetzt die äußeren Glieder 100 und 0,972 mit einander multipliciren und mit den mittleren 1,524 dividiren. Man sieht, daß dieses ganz gleichgültig ist, nur auf die Schreibart der Proportion ankommt und jederzeit zu demselben Resultate führen muß.

mit bestimmten Mengen Wasserstoff verbindet, das Gemenge auf die S. 199 beschriebene Art durch den electrischen Funken anzündet und dann den Rückstand mißt.

Ein solcher Versuch würde genug sein, wenn der Stickstoff mit dem Sauerstoff nur gemengt wäre, wie in der atmosphärischen Luft. Gesetzt wir hätten 100 Theile Stickstoffoxydul mit 150 Theilen Wasserstoffgas gemengt und es wären nach der Verbrennung circa 150 Theile übrig geblieben, so würde die Rechnung diese sein. Aus dem Gasgemenge sind 100 Theile verschwunden, davon müssen 33⅓ Sauerstoff und 66⅔ Wasserstoffgas sein, in dem Rest von 150 Theilen sind mithin 84 Theile Wasserstoffgas enthalten und das nächstdem Uebrige ist der Stickstoff.

Allein auf diese Weise ist hier die Verbrennung des Wasserstoffgases auf Kosten des Sauerstoffes in dem Oxydul nicht vorgegangen, deshalb muß man nunmehr ermitteln, wieviel Wasserstoffgas von den beigegebenen 150 Theilen noch übrig ist und dieses erfährt man durch eine neue Verpuffung, die zu bewerkstelligen man jetzt Sauerstoffgas zusetzt. Wir wollen zu den 150 Theilen des Gasgemenges noch 50 Theile Sauerstoffgas zusetzen und dann den Funken durch dieses Gemenge schlagen lassen. Es sind nunmehr 200 Theile Gasgemenge vorhanden, die Verbrennung verzehrt davon 75, es bleiben 125 Theile übrig. Hieraus geht unzweifelhaft hervor, daß nach der ersten Verpuffung noch 50 Theile Wasserstoffgas übrig waren, welche jetzt mit 25 von den zugesetzten 50 Theilen Sauerstoff verbrannt, zu Wasser geworden sind.

Was jetzt in dem Eudiometer übrig, ist der Stickstoff und der nicht verbrannte Sauerstoff, des letzteren haben wir 25 Theile, also bleiben 100 für den Stickstoff; 100 Stickstoffoxydulgas enthalten also 100 Stickstoffgas und überdies Sauerstoff. Bei der ersten Verbrennung sind verschwunden 100 Theile des Ganzen, bei der zweiten 75 des ganzen Restes. In der ersten Portion waren 100 Theile Wasserstoff verschwunden, denn die Probe auf das Exempel, die zweite Verpuffung ergiebt, daß noch 50 Theile Wasserstoffgas übrig waren. Wenn aber 100 Theile Wasserstoffgas bei der ersten Verpuffung verschwunden sind, so kann dies nur dadurch geschehen sein, daß sie einen entsprechenden Antheil von Sauerstoff vorgefunden haben. Um 100 Theile Wasserstoff, die effectiv verschwunden sind, zu verbrennen, bedarf es einer Quantität von 50 Theilen Sauerstoff, folglich müssen in den 100 Theilen Stickstoffoxydulgas, welche 100 Theile Stickstoffgas übrig ließen, nothwendig 50 Theile Sauerstoff condensirt gewesen sein.

Meine geehrten Leser werden sehen, daß die einmal richtig ergründeten Naturgesetze unter allen Umständen stichhaltig sind und daß es ihnen

nicht so geht wie den von Menschen gemachten. Daß wir nicht seit Jahrtausenden schon so weit gekommen sind, dieses zu wissen, rührt nur daher, daß wir die Gesetze der Natur nirgends mit deutschen oder lateinischen Buchstaben geschrieben finden und daß Jahrtausende lang der Witz des Menschen sich an den Hieroglyphen und deren Erklärung abgemüht hat; wäre es dem Physiker, dem Chemiker so bequem gemacht, wie dem Juristen mit dem Landrecht, so wäre es ganz leicht, ein Chemiker sein und da diese Gesetze schon lange vor Alexander dem Großen und vor dem ältesten der Pharaonen bestanden haben, so wäre es gar kein Wunder, wenn Aristoteles und Moses die größten Chemiker und Physiker gewesen; allein die Gesetze standen weder mit Druckerschwärze auf Papier, noch mit Atramentum auf Pergamen, noch mit einem Stilus auf Wachstafeln geschrieben (wenn schon mit einer unverwüstlichen Schrift in Felsen, Erden, Pflanzen und Thieren), sie mußten also gesucht, erforscht, errathen werden, und das ist es, was uns so weit zurückgebracht hat, daß die Physik eine Wissenschaft von gestern und die Chemie eine Wissenschaft von heute ist. Doch ist heute schon viel geschehen, man ist fleißig gewesen und es geht auf einem schon geebneten Wege vorwärts, allerdings muß das Heer der Chemiker sich erst die Straßen bahnen, wie das Heer der Römer, wenn es in ein fremdes Land — Germanien, Gallien einrückte, aber da die Heere zahlreich sind, so geht es rasch vorwärts, trotz dieser Hindernisse, wie wir im Verlaufe dieses Buches noch oft zu sehen Gelegenheit haben werden.

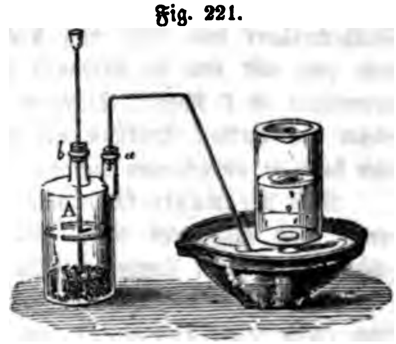
Stickstoffoxyd. NO_2.

Wir gehen zu einer andern Oxydationsstufe des Stickstoffes über, zu der zweiten von untenauf gerechnet, welche doppelt so viel Sauerstoff enthält, als die erste, das Oxydul.

Auch diese Verbindung wie die vorige, stellt man am Besten und Leichtesten dar aus einer höheren Oxydationsstufe des Stickstoffes, aus der Salpetersäure. Es ist dasjenige Gas, welches die Erfinder der pneumatischen Chemie als „ein anderes“ als nicht brennbares Gas bezeichneten. „Brennbares Gas erhält man aus Zink oder Eisen, wenn man Schwefelsäure oder Salzsäure darauf gießt; wenn man aber Salpetersäure anwendet, so entwickelt das Eisen ein anderes Gas.“

Das Stickstoffoxydulgas ist eben „das andere" Gas, welches bereits ales darstellte und dessen Eigenschaften Priestley sehr genau studirte, gab ihm auch den Namen Salpetergas. Man kann das Stickstoffoxyd nz auf dieselbe Art darstellen wie Wasserstoffgas, nur wählt man andere äuren und Metalle. Wir wissen, daß das Metall kein Gas hergiebt, ndern daß dasselbe aus der Säure oder dem damit verbundenen Wasser rrührt. In unserm Falle würde die Salpetersäure dasselbe hergeben. ı eine gewöhnliche Gasentwickelungs-sche bringt man Drehspäne von upfer und Wasser. Die beiden Oeff-ngen haben Glasröhren in Korke ftdicht eingelassen, die eine gebogene öhre führt zu der Flasche, in welcher m das zu erzeugende Gas auffangen ll; die andere, mit einem Trichter rsehen, dient dazu, die Säure zuzu-ßen und bei zu heftiger Gasent-ckelung ebenfalls einen zweiten Aus-g zu gestatten, damit die Flasche nicht zersprengt werde.

Fig. 221.



Ist die eine Flasche mit Gas gefüllt, so vertauscht man sie mit einer dern, welche, so wie die erste voll Wasser ist, mit der Mündung unter asser gestellt, geöffnet und dann über das Gasentbindungsrohr gehalten rd. Im Falle des Oeffnens wie des Verschließens darf man nicht ver-ssen, daß es unter Wasser geschehen müsse; der Kunstgriff ist so leicht fassen, daß es kaum einer Zeichnung bedarf, wie wir dieselbe doch zum berfluß hier geben. Die linke Hand lt die Gasflasche (gleichviel, ob vor er nach der Operation, also gleichviel mit Wasser oder mit Gas gefüllt) ı Boden umgekehrt mit der Mündung ch unten in die pneumatische Wanne er in die Schüssel mit Wasser, so daß, nn Gas darin ist, das Wasser außerhalb höher steht als innerhalb und nn Wasser darin enthalten ist, die Mündung der Flasche so tief unter n Wasser der pneumatischen Wanne steht, daß kein Bläschen Luft hinein angen kann.

Fig. 222.



In dieser Stellung gehalten, greift die rechte Hand in das Wasser r Wanne tief hinein und faßt den Pfropfen der Flasche, entweder um ı zu entfernen, wenn die Flasche voll Wasser ist und erst das Gas auf-

nehmen soll, oder um ihn einzusetzen, wenn die Flasche bereits mit Gas gefüllt ist. Wäre Quecksilber die Flüssigkeit, so würde man genau eben so operiren. Sind die Flaschen mit Gas gefüllt und verkorkt, so stellt man sie zur Aufbewahrung jederzeit so hin, daß der Stöpsel unten steht und eine Schicht Wasser von 1 Zoll Tiefe denselben bedeckt.

Das Kupfer, in blanken Streifen, dünner Folie, in frischen Drehspänen, kurz in dünnen Flächen und metallisch recht blank, verbindet sich mit der Salpetersäure zu salpetersaurem Kupferoxyd, wobei die Salpetersäure drei ihrer fünf Antheile Sauerstoff an das Kupfer abtritt und zwei mit dem sie bildenden Stickstoff entweichen läßt. In der Salpetersäure ist 1 Antheil Stickstoff mit fünf Sauerstoff vereinigt, jetzt geht dieser eine Antheil Stickstoff mit zwei Antheilen Sauerstoff luftförmig fort und kann so aufgefangen werden.

Nach Regnault kann man auch sehr reines Stickstoffoxyd erhalten, wenn man salzsaures Eisen mit salpetersaurem Kali mengt. Dies geschieht durch einen Umweg. Man gießt eine beliebige Portion, wir wollen sagen vier Loth Säure, auf kleine eiserne Nägel oder Drehspäne von Schmiedeeisen (doch nicht von Gußeisen, weil hierin zu viel Kohlenstoff enthalten ist) und läßt sie darauf stehn, bis sich keine Thätigkeit mehr zeigt; nunmehr gießt man, nach Trennung der Auflösung von dem überflüssigen unaufgelösten Eisen, eben so viel Salzsäure, als man vorher angewendet hatte, dazu und schüttet in diese Mischung Salpeter.

Es haben sich Eisen und Chlor, Wasserstoff und Chlor, Kali und Salpetersäure zusammen gefunden; diese wirken auf einander solchergestalt, daß ein Theil des Sauerstoffes, des Kali und der Salpetersäure mit dem Wasserstoff der Salzsäure Wasser bilden; ein anderer Theil des Sauerstoffes, der Salpetersäure mit ihrem gesammten Stickstoff als Gas entweicht; ein Theil des Chlors der Salzsäure, mit dem Eisen verbunden, bleibt; ein anderer Theil desselben aber mit dem, vom Sauerstoff getrennten Kalium Chlorkalium giebt. Flüssig bleiben alle diese Substanzen mit einander gemengt, nur die Verbindung von zwei Antheilen Sauerstoff mit dem Stickstoff der Salpetersäure geht, zu Stickstoffoxyd vereinigt, gasförmig fort.

Diese Gasart gehört zu denjenigen, welche, wie Sauerstoff und Wasserstoff, bis jetzt noch nicht hat in flüssiger Gestalt dargestellt werden können, obschon wie das Stickstoffoxydul aus Sauerstoff und Stickstoff gebildet, mit dem einzigen Unterschiede, daß darin noch einmal so viel Sauerstoff enthalten ist, leistet es der äußersten Zusammendrückung, die man hat wagen können und den letzten Graden von Temperaturerniedrigung, welche nur in unsrer Macht sind, erfolgreich Widerstand.

Das Gas ist farblos, so wie es aber mit reinem Sauerstoff oder it dem in der atmosphärischen Luft enthaltenen in Berührung kommt, rbindet es sich direct mit diesem Sauerstoff und bildet rothe Dämpfe n Untersalpetersäure. Hierdurch wird es zu einem heftig sauer wirken-n, ätzenden Gase, daher es sich auch nicht einathmen läßt, weil dieses cht unter vollständiger Ausschließung des Sauerstoffes der Luft geschehen nn. Der Kehlkopf wird schmerzhaft, krampfhaft zusammen gezogen, ge-nürt, und bei einem fortgesetzten Versuch würde man unfehlbar ersticken, nn man aber auch die atmosphärische Luft wirklich vollständig beseitigen nnte, so würde man dieses Gas doch nicht athmen können, indem sein auerstoff nicht so leicht mit dem Stickstoff verbunden ist, wie in dem xydul, sich also beim Athmen nicht daraus scheidet, wie auch brennender chwefel darin erlischt, ein glimmender Span, eine glimmende Kohle darin cht aufflammt, Phosphor darin geschmolzen werden kann, ohne sich zu tzünden, wie dieses immer geschieht an freier Luft.

Ist die Kohle dagegen in lebhafter Gluth, oder brennt der Phosphor reits, so fahren beide fort auch in dem Stickstoffoxydgas zu brennen it erhöhetem Glanze, wenn schon nicht so lebhaft wie im Sauerstoffgase. ei der Mengung mit Wasserstoffgas findet keine Entzündung durch den ktrischen Funken statt, dies, so wie das oben Besprochene, zeigt wieder :, wie fest die Verbindung zwischen Stickstoff und Sauerstoff hier sei, ie Thatsache, welche sich bei jedem darauf bezüglichen Experiment immer eder bestätigt; so wird z. B. Lackmuspapier, in dieses Gas gebracht, neswegs geröthet, obschon gasförmige Säuren das sonst thun, wie B. Kohlensäure und andere, wenn sie flüssig auch noch so sehr verdünnt iren, so daß der Geschmack die Säure nicht mehr entdeckt, doch noch thend auf das Lackmuspapier wirken. Wenn man in ein mit Quecksilber fülltes Gefäß das Gas treten und feuchtes Lackmuspapier darin stunden-ng liegen läßt, so zeigt sich nicht die geringste Veränderung darin, so e man aber zu diesem Gase atmosphärische Luft oder Sauerstoffgas ten läßt, entwickeln sich augenblicklich die bekannten charakteristischen then Dämpfe und eben so schnell wird das blaue Lackmuspapier auch röthet; das Stickstoffoxyd an sich ist also noch keine Säure, die nächste here Oxydationsstufe wirkt aber bereits als eine solche.

Im Widerspruche mit diesem Festhalten der beiden Elemente anein-der steht, daß sie doch sehr leicht zu trennen sind durch einzelne leicht ydirbar Metalle, wie Zink und Eisen; sie entziehen dem Gase die Hälfte nes Sauerstoffes und lassen den Stickstoff in der Stufe des Oxyduls rück. Läßt man durch eine Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxydul, lches man im gewöhnlichen Leben Eisenvitriol nennt, das Stickstoffoxyd-

gas strömen, so wird dasselbe vollständig absorbirt und die Lösung sich immer dunkler braun, je mehr hinzukommt und wird zuletzt b ganz schwarz; man kann daher aus einem Gasgemenge, worin dieses stoffoxyd enthalten ist, dasselbe ganz leicht entfernen, indem man ein triollösung damit schüttelt. Da man durch Kochen das aufgenon Gas wieder leicht vertreibt, so kann man diese Lösung sehr gut wied benutzen.

Eine merkwürdige und interessante Eigenschaft dieses Gases i auffallende Farbenveränderung, welche es in concentrirter Salpete hervorbringt, vermöge deren es viel eher den Namen des mineral Chamäleons verdiente, als das bekannte Mangansalz, welches den sonstmals führte.

Die concentrirte Salpetersäure (das erste Hydrat) färbt dieses braun, um etwas weniger concentrirt wird die Säure hochgelb, i Concentration noch geringer, ist das specifische Gewicht nicht höhe 1,35, so wird die Säure grün, ist sie aber verdünnt bis zu einem s schen Gewicht von 1,25, so wird sie sehr schön himmelblau. Man dieses Experiment mit Hülfe einiger Mittelflaschen ganz leicht m

Fig. 223.

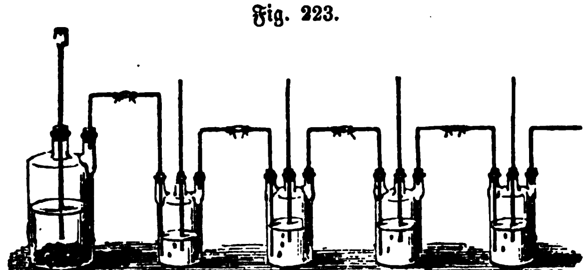


Fig 223 zeigt di ordnung des A rats. Eine Fl zweihalsig, wie Gasentbindungs schen gewöhnlich n dient dazu, das stoffoxyd auf di schriebene Weis entwickeln. Von den folgenden Mittelflaschen (Woulf'sche Flaschen w in unsern nach neuen Namen und Erfindungen begierigen Jahrhu diese uralten Flaschen genannt, welche zuerst, wie wir bereits ange von Glauber angegeben und angewendet wurden) enthalten die er beiden das concentrirte Hydrat der Salpetersäure, die dritte Sal säure von 1,45 specifischem Gewicht, die vierte solche von 1,35, fünfte von 1,25 specifischem Gewicht. Will man noch mehr solche schen anwenden, so kann man in eine sechste etwas Salpetersäure von gießen, um zu sehen, daß diese nicht mehr gefärbt wird, daß sie sch sehr verdünnt ist, um noch durch das Stickstoffoxydgas verändert zu den. Die Fig. 223. zeigt nur vier Flaschen, weil eine fünfte und s das Bild über das Nothwendige hinaus vergrößern würde, ohne es reicher zu machen.

Wenn man nun die Gasentbindungsflasche in Thätigkeit bringt und das Stickstoffoxyd in Menge entwickelt, so hat man an der ersten eine wirklich auffallende Erscheinung, indem sie alle Färbungen durchgeht, welche beschrieben worden sind; das entwickelte Stickstoffoxyd ist nämlich stark mit Wasserdämpfen beladen, diese gehen mit über in die erste von den Woulf'schen Flaschen. Die sehr concentrirte Säure wird vorläufig durch das Gas braun gefärbt; nun tritt aber durch die absorbirten Dämpfe eine Verbindung ein, auf deren erstem Stadium die Säure sich aufhellt und aus braun gelb wird, wie die Verdünnung weiter schreitet, so entsteht eine Mengung aus der vierten und dritten Verdünnungsstufe, die vierte ist blau, die dritte ist gelb, diese Farben mischen sich zu grün, schreitet aber die Verdünnung so fort, daß in der ersten Flasche die Säure (welche anfangs ganz concentrirt war und wenigstens 1,45 wog) bis auf 1,25 herabgekommen ist, so wird sie entschieden und schön hellblau.

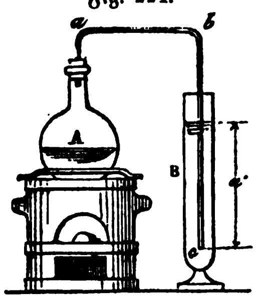
So wie das seiner Feuchtigkeit größtentheils beraubte Stickstoffoxydgas nun weiter streicht, findet es die Flaschen mit Säuren von der angegebenen Stärke gefüllt vor sich und man sieht nach und nach dieselben sich so verschieden färben, wie wir bereits wiederholt gesagt haben. Man kann dieselben Erscheinungen übrigens erzielen (und dies dient zur Erklärung derselben), wenn man rauchende Salpetersäure nach und nach mit Wasser verdünnt. Die rauchende Säure hat die gasförmige Säure eingeschlossen, die Verdünnung vertreibt sie einestheils, anderntheils macht sie verschiedene Hydrate und zersetzt sie auch in salpetrige und in Untersalpetersäure. Wenn nun die salpetrige Säure eine blaue Flüssigkeit ist, die Untersalpetersäure aber eine gelbe, so muß die Mischung von beiden grün sein, die Färbung durch das Stickstoffoxyd bewirkt also eben so gut wie die Verdünnung der hoch concentrirten Säure eine Verwandlung derselben, eine Zersetzung in die verschiedenen Unterabtheilungen.

Regnault giebt bei dieser Gelegenheit, wo die Mittelflaschen in Mengen angewendet werden, eine sehr lehrreiche Auseinandersetzung über den Nutzen der Sicherheitsröhren und entwickelt die Theorie derselben so vollständig, wie der Verfasser sie sonst noch nicht gefunden hat, daher er dieselbe hier wiedergeben will.

Der Chemiker hat immer mit Gegensätzen, Verwandtschaften, mit Anziehen und Abstoßen, mit Verschlingen und Wiedervonsichgeben zu thun. Alle seine Operationen beruhen auf diesen Gegensätzen und dieselben treten einander nicht selten sehr schroff entgegen, hinwiederum benutzt er manche derselben wieder zu seinem Betriebe und könnte ohne sie manches gar nicht durchführen.

Wollen wir bei den Gasen stehen bleiben, so wird es eine nicht geringe Anzahl von Substanzen geben, welche diese Gase verschlingen, aber daraus entstehen dann neue Körper — es werden die Gase immerfort wieder erzeugt und man bringt sie mit diejenigen Substanzen in Verbindung, welche eben diese Gase aufnehmen, um die gedachten neuen Körper hervorzubringen.

Fig. 224.



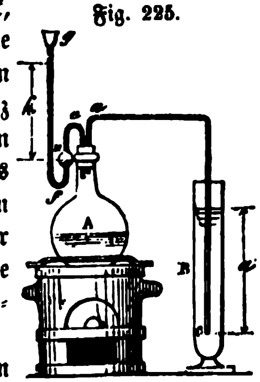
Gesetzt wir entwickeln einen gasförmigen Körper (den wir bis jetzt noch nicht kennen, der uns aber vielfältig beschäftigen wird), das Chlor aus dem Kolben A und gestatten ihm durch die Glasröhre abc nach den Cylinder B zu gehen, welcher mit einer concentrirten Auflösung von Aetzkali gefüllt ist. In dem Kolben A ist Braunstein mit Salzsäure überzogen, er steht über einem gelinden Kohlenfeuer, vielleicht in einem Sandbade; es findet eine rasche Entwickelung der Chlordämpfe statt und dieselben steigen in die Kalilauge. Die Operation ist im Gange. Nun verläßt der Chemiker auf kurze Zeit sein Laboratorium — es sollte wohl eigentlich nicht sein, indessen wir sind ja alle Menschen — die Suppe wird kalt oder es ist die Zeit des Frühstücks, des Kaffee's nach Mittag — was hat man nicht alles Wichtiges zu thun — kurz das Laboratorium ist verlassen, die Temperatur des Kolbens sinkt, die Kohlen verglühen nach und nach, folglich findet keine Gasentwickelung mehr statt, aber die Kalilauge ist sehr begierig nach dem Chlor, kommt dieses nicht zu ihr, so entschließt sie sich kurz, sie geht zu ihm, sie steigt in der Röhre b empor, geht nach a und fällt dadurch in den Kolben, es hat eine Absorption stattgefunden welche das Experiment beendet, verdirbt, es muß von Neuem begonnen werden. Auch ohne diese verwandtschaftliche Zuneigung, durch den bloßen Druck der Luft kann dasselbe geschehen. Gesetzt B wäre voll Wasser und in A würde Sauerstoff entwickelt, so wird dieses durch die Röhre abc gehen, um dann weiter geleitet oder aufgefangen zu werden. Bei der Entwickelung ist aber die atmosphärische Luft vertrieben — das heiße Sauerstoffgas hält dieser vorläufig das Gleichgewicht, sobald aber die Kohlen verglühen und die Entwickelung aufhört, darauf aber das Gas im Kolben sich abkühlt, so hat es, je nach dem Grade von Hitze, den es hatte, vielleicht nur noch zwei Drittel, vielleicht nur noch die Hälfte des früheren Volumens. Auf die Röhre c drückt aber nicht nur die Atmosphäre durch die Oberfläche des Wassers, sondern auch noch die Wassersäule, welche mit den beiden Pfeilen bezeichnet ist a'; sobald also (ohne alle Absorption des Gases durch die Flüssigkeit) der Umfang desselben ab

nimmt, steigt zuerst die Flüssigkeit in das Rohr cb so hoch als sie auswendig steht; nun kommt der Druck der atmosphärischen Luft hinzu und alsbald ist die Linie ab überschritten und das Wasser stürzt in den Kolben.

Es kann noch ein umgekehrter Fall eintreten. Die Flüssigkeit steigt nicht in das Gefäß, denn die Entwickelung z. B. von Chlor — wie im Anfange angenommen — geht ruhig fort. Es bilden sich aber um die Röhre bc Krystalle von Chlorkalium, die Gasentwickelung dauert fort, um desto stärker wird die Anhäufung von Krystallen — was nun? Da der Druck, unter welchem die Gasentwickelung stattfindet, ganz gleichgültig ist, so dauert sie fort, auch wenn das Chlor nicht mehr entweichen kann; nun wird die Spannung im Innern des Kolbens immer größer, endlich ist er derselben nicht mehr gewachsen, er ist nicht hinlänglich widerstandsfähig, der Kolben wird durch die Gase zersprengt.

Diesen Unbequemlichkeiten, dem Verderben durch Absorption bei zu geringer Spannung, wie dem Verderben des Experimentes durch zu große Spannung, entgeht man durch eine Sicherheitsröhre, wie sie in der Zeichnung 225 durch efgh angegeben ist. In dem Kork, durch welchen die Röhre ac geht, steckt eine zweite wie ein liegendes S (∽) gekrümmt, sie endet in einen kleinen Trichter und sie hat auch wohl ganz zweckmäßig bei n eine kleine Kugel, groß genug, um grade den Inhalt von fg zu fassen, d. h. das, was in diesem Theil der Röhre steht, aufzunehmen, wenn Absorption eintreten sollte, so wie auch der Trichter g dieselbe Größe haben muß, für den Fall, daß die Verstopfung der Röhre ac den Gasen einen andern Weg anweist.

Fig. 225.

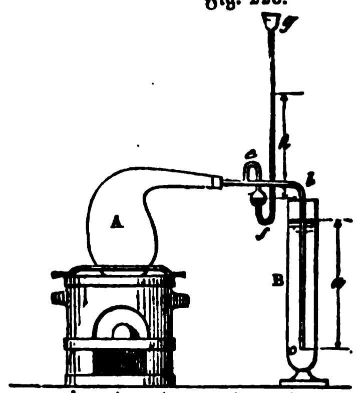


Nunmehr ist vollständig geholfen. Abgesehen von dem Vortheil, Säure zu dem Innern des Kolbens gelangen zu lassen, ohne den Stöpsel zu öffnen, ohne die Operation zu unterbrechen, wozu natürlich dieser Trichter sehr gut benutzt werden kann, hat man in dieser gekrümmten Röhre einen Verschluß, welcher erst einem gewissen Drucke (entsprechend der Höhe h, der Flüssigkeit, welche in der Röhre gf [illegible] und der Schwere dieser Flüssigkeit) weicht, dann aber hat man [illegible] einen Weg, sowohl für atmosphärische Luft, welche bei Verringerung [illegible] Gasmenge im Kolben hinein bringen und das Gleichgewicht [illegible] herstellen kann, oder für das Gas, welches wegen zu starker [illegible] oder mangelhafter Ableitung nach B sich im Kolben anhäuft [illegible] durch die Sicherheitsröhren einen Ausweg findet.

Immer muß, wenn die Absorption gehindert werden soll, [illegible]

Höhe der Flüssigkeit in der Sicherheitsröhre und der senkrechten Entfernung von a bis nach der Wasserfläche in dem Cylinder B ein solches Verhältniß stattfinden, daß der Druck in gf leichter überwunden wird, als in ab, was dadurch geschieht, daß man fg so kurz und ac so lang wie möglich macht.

Fig. 226.



Entwickelt man das Gas nicht aus einem Kolben, sondern aus einer Retorte und zwar aus einer solchen, die nicht tubulirt ist, so kann man die Sicherheitsröhren nicht in der angegebenen Art anbringen (hierin hat Regnault Unrecht, man kann es allerdings), daß sie gleichzeitig zum Einfüllen der Säure dient, allein die verlangte Sicherung gegen unangenehme Zufälle gewährt sie auch. Man verbindet nämlich die Sicherheitsröhre efg mit der Gasentwickelungsröhre bc. Tritt nun ein oder der andere der gedachten Uebelstände ein, so hilft sie auch hier wie bei der andern Art sich ihrer zu bedienen, die Gefahr beseitigen.

Fig. 227.

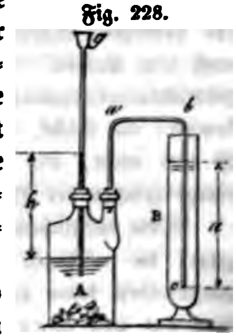


Der Verfasser sagte, man könne sie so anbringen, wie bei dem Kolben und er kann seine Ansicht nicht aufgeben. In den Kolben, Fig. 225 führt die Sicherheits-Röhre durch den Kork. Giebt man der Sicherheits-Röhre zu ihrer gewöhnlichen Form noch die Verlängerung und Biegung, welche sie in der vorigen Fig. 226. hat, indem sie dort sich an das Rohr bc, das Gasentwickelungsrohr anschließt, so kann man sie neben diesem Rohr bc durch denselben Kork führen, wie es in der früheren Fig. 225 bei dem Kolben A gezeigt worden ist. Wenn

nun der Hals der Retorte nicht stark nach vorne geneigt ist, so ist hiermit alles gethan, denn die eingefüllte Säure läuft alsdann längs des Retortenhalses nach dem Körper derselben hinab; findet aber eine solche Neigung des Halses statt (wiewohl bei Gasentwickelungen aus Retorten sie niemals geboten ist, sondern im Gegentheil möglichst vermieden wird), sähe die Veranstaltung aus, wie Fig. 227, so würde man doch weiter nichts zu thun haben, als die unterste Krümmung g der Sicherheitsröhre efg so weit zu verlängern und aufwärts zu führen, bis sie in den Corpus der Retorte selbst gelangte, alsdann wäre erreicht, was man haben wollte, Sicherheit durch die Möglichkeit Gas auszustoßen, oder Luft einzusaugen und zugleich die Möglichkeit, eine Säure, oder was man sonst für nöthig hält, nachzufüllen, auch ohne daß die Retorte eine Tubulatur, eine zweite Oeffnung hätte.

Hat man Gas zu entwickeln auf die uns bereits geläufige Weise aus einer zweihalsigen Flasche, wie man sie hierzu gewöhnlich braucht und will man dabei eine Sicherheitsröhre anbringen, so geschieht dies mitunter auch ganz einfach dadurch, daß man eine grade Röhre mit einem Trichter am oberen Ende durch den Kork der einen Oeffnung gehen läßt, indeß die Gasentwickelungsröhre aus der andern Oeffnung herausragt. Wir haben hier wieder dieselbe Betrachtung wie bei Fig. 225. Die Höhe des Standes der Flüssigkeit in der Sicherheitsröhre h darf die Höhe des Niveauunterschiedes a zwischen c und der Oberfläche von B nicht übersteigen. Würde eine Absorption stattfinden und würde aus dem Gefäße B die Flüssigkeit früher nach A gelangen können als die Luft durch den Trichter g und die daran hängende Röhre nach A gelangte, so würde dieses wieder eine Unterbrechung oder ein völliges Mißlingen des Experimentes zur Folge haben.

Fig. 228.

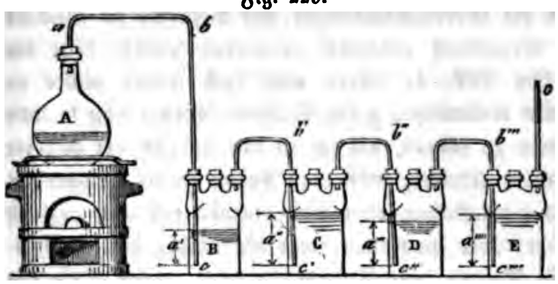


Es bleibt nur noch der Fall zu betrachten, wo eine Reihe Glauberscher Mittelflaschen mit dem Gasapparat verbunden ist, wie bei demjenigen Apparat, von welchem wir ausgingen.

In dem Kolben A wird irgend ein Gas entwickelt; durch die Röhre abc gelangt es in die Mittelflasche B, aus dieser durch das Rohr b' nach C, aus dieser durch b'' nach D, durch b''' nach E und endlich wenn noch überschüssiges Gas vorhanden ist, kann es durch die [illegible] Röhre bei o entweichen. Die Höhen der Flüssigkeiten a', a'', a''' [illegible]

sind gleichgültig, es handelt sich lediglich um den Unterschied des Druckes auf die Oberfläche in dem Kolben A und in der letzten Flasche E. Findet kein Unterschied statt, nun so findet keine Gasentwickelung und keine Absorption statt und alles steht in Ruhe, so wie aber in A ein größerer Druck waltet (durch die Gasentwickelung, so wird Gas nach B getrieben; nun ist der Druck

Fig. 229.



auch auf B größer als auf C und so entweicht Gas durch die Röhre b' dahin und so geht das fort bis zur letzten; dabei ist kein Sicherheitsrohr erforderlich; so wie aber in A ein Druck ist, dem bei einer Verstopfung von b' oder b'' Widerstand geleistet wird dergestalt, daß sich kein Gleichgewicht wiederherstellen kann, so ist stets die Gefahr vorhanden, daß der Kolben zersprengt wird; ist im Gegentheil der Druck in A geringer als in B, so steigt die Flüssigkeit durch die Röhre cba in den Kolben hinein, dadurch wird aber in B der Druck geringer und folglich steigt die Flüssigkeit aus C nach B und so geht dies fort, bis die letzte Flasche ihren Inhalt nach der vorletzten ergossen hat und diese nach der mittelsten, nach der ersten, nach dem Kolben. Ein Fall, der bei unvorsichtiger Behandlung der Gasentwickelungsapparate oft genug zum Schaden der Experimentatoren vorkommt, ein Glück, wenn der Schaden mit einigen Thalern gut zu machen ist und nicht, wie es dem unvorsichtigen Davy geschah, ein Auge und einige Finger der Hand kostet.

Dem möglichen Uebel ist leicht abgeholfen, wenn man, wie Fig. 230 zeigt, die nöthigen Sicherheitsröhren anbringt. Hier hat der Entwickelungskolben seine gebogene Sicherheitsröhre mit Trichter und Kugel gfe, hier hat jede Woulf'sche Flasche in der mittelsten Tubulatur ihre grade Sicherheitsröhre s', s'', s''', s'''', welche, wie wir sehen, immer bis in die Flüssigkeit der Flasche reicht und hier sehen wir auch mit h' bis h'''' die verschiedenen Druckhöhen bezeichnet, welche die einzelnen Flaschen zu erleiden haben, wo diejenige Flasche immer am meisten zu tragen hat, die am fernsten von der unmittelbaren Verbindung mit der atmosphärischen Luft durch die offene Röhre o ist; in dieser Flasche E steht daher auch die Flüssigkeit innerhalb der Röhre s'''' nicht höher als außerhalb.

Findet nun in irgend einer Flasche eine Unordnung, ein Hinderniß

statt, so sucht das Gas sich einen Ausweg durch die Sicherheitsröhre und wird zuerst die Flüssigkeit aus derselben getrieben und wenn das Niveau so weit gesunken ist, daß die untere Mündung einer solchen Röhre gleich hoch mit der Flüssigkeit steht, so entweicht das Gas, dessen zu starker Andrang etwa die Unordnung veranlaßt hatte, allein möglicher Weise kann grade in dieser Flasche sich die Sicherheitsröhre verstopft haben — nun das wird doch nicht bei allen der Fall sein — alle aber sind solidarisch verpflichtet, alle stehen für eine und eine steht für alle, die Gase, welche hier nicht einen Ausweg finden, drücken durch die communicirenden Röhren auf die erleichterte Flasche und bahnen sich dorthin einen Weg und genau eben so ist es mit der entgegengesetzten Art der Wirkung, mit der Erkältung des Kolbens oder des Gasentwicklungsapparates, mit der daraus folgenden Absorption. So wie irgend wo eine Verdünnung der eingeschlossenen Luft stattfindet, bringt durch die Sicherheitsröhre überall Luft nach, es gleicht sich der Niveauunterschied sofort aus und alle Möglichkeit einer Unterbrechung des Experimentes ist beseitigt.

Fig. 230.



Nach dieser durchaus nicht zwecklosen Abweichung wollen wir zu unserm Thema zurückkehren und den Faden dort, wo wir ihn abgeschnitten haben, wieder aufnehmen. Es muß über das Stickstoffoxyd noch hinzugefügt werden, daß man sich desselben in früheren Zeiten als eines Mittels bediente, den Gehalt der Luft an Sauerstoff festzustellen, allein man kennt jetzt die Unzuverlässigkeit dieses Mittels und man kennt auch viel bessere Mittel. Es ist wahr, das Stickstoffoxyd verbindet sich mit dem Sauerstoff der Luft, wo es denselben findet; man könnte also 100 Theile Luft mit 100 Theilen des Gases zusammenbringen, nachher die Verminderung messen und sagen: statt 200 Raumtheilen sind nur 190 vorhanden, die Luft hat also 10 Procent Sauerstoff gehabt; gewiß w e n i g s t e n s 10 Procent, sogar noch mehr, denn der vorhandene Sauerstoff der atmosphärischen Luft wird von dem Stickstoffoxyd aufgenommen und verwendet zu salpetriger Säure, Untersalpetersäure oder Salpetersäure, ja nicht allein „o d e r“,

sondern auch „und“, d. h. nicht allein eine der genannten Verbindungen kann entstehen, sondern alle drei und dieses bringt eine solche Verwirrung in der Lufträumlichkeit hervor, daß von einem Beurtheilen des verschwundenen Sauerstoffes nach dem Volumen des noch vorhandenen Gasgemenges gar keine Rede ist.

Um die Zusammensetzung des Stickstoffoxydes zu ermitteln, wendet man genau dasselbe Verfahren an, welches bei dem Stickstoffoxydul angegeben wurde, in eine gebogene und an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre bringt man zu dem Stickstoffoxydgas in gemessener Menge, ein kleines Körnchen Kaliummetall, welches, durch eine untergehaltene Lampe erhitzt, den Sauerstoff begierig aufnimmt, darin verbrennt und den Stickstoff übrig läßt, denn obwohl der Sauerstoff viel fester mit dem Stickstoff verbunden ist als in der vorigen Oxydationsstufe, wird er von dem erhitzten Kaliummetall doch vollkommen ausgeschieden. Man findet bei diesem Versuch, daß die Hälfte des Gases verschwindet, da nun der Rest nur Stickstoff ist und das Verzehrte nur Sauerstoff sein kann und die specifischen Gewichte hier zu Rathe gezogen werden, so findet sich, daß in einem Raum Stickstoffoxydgas genau die Hälfte Sauerstoff, die andere Hälfte Stickstoff ist und daß die beiden Gase in diesem Verhältniß sich zu einem neuen, chemisch verbundenen Körper einigen, ohne daß zugleich eine Verdichtung stattfände (wie z. B. bei dem Oxydul des Stickstoffes).

Fig. 231.



Es ist ferner auch thunlich, die Zusammensetzung dieses Gases auf die Weise zu ermitteln, wie man durch Wasserstoffgas und die Verbrennung desselben durch den elektrischen Funken den Sauerstoffgehalt der Luft ermittelt; wir haben dieses Verfahren bereits S. 199 beschrieben, es unterscheidet sich das für Stickstoffoxyd von jenem für Stickstoffoxydul durchaus nicht.

Untersalpetersäure. NO_4.

Was an rothen Dämpfen in dem obern Theil der Flasche befindlich ist, welche mit concentrirter, mit rauchender Salpetersäure gefüllt sind, das ist Untersalpetersäure in Dampfform, welche sie sehr leicht annimmt, da ihr Siedepunkt bei 28 Grad C. liegt (22° R.), eine Temperatur, welche

während des Sommers fast ununterbrochen hat. Man erhält diese iure immer, wenn man Stickstoffoxydgas mit Sauerstoff zusammenbringt, e wir bereits gesehen haben, allein die einfachste und leichteste Art der rstellung ist die aus salpetersaurem Bleioxyd.

In eine mit Thon beschlagene torte, welche auf freies Kohlenier gelegt werden darf, bringt man ses Salz gepulvert und vollkomn getrocknet (um das hygroscopisch gezogene Wasser zu entfernen) und rbindet den Hals der Retorte mit ier weiten, Uförmig gebogenen öhre, welche einerseits geeignet ist, n Hals der Retorte ohne ein zwien geschobenes Stück aufzunehmen, andererseits aber in eine Spitze ausjogen ist, welche den überflüssigen Dämpfen Ausgang und der Luft Zung, beides jedoch nur sehr sparsam gestattet.

Fig. 232.



Da der Siedepunkt der Säure, die man flüssig gewinnen will, an h sehr niedrig liegt, so erscheint sie fast immer gasförmig und um sie flüssigem Zustande zu gewinnen, muß man die Uförmige Röhre in eine oße Glocke oder ein ähnliches, weites Gefäß stellen, welches mit einer ltemischung gefüllt wird. Wenn nach diesen Vorbereitungen die Retorte it dem salpetersauren Bleioxyd erhitzt wird, bis dasselbe nach und nach m Glühen kommt, so entläßt es alle Salpetersäure, diese jedoch zersetzt Sauerstoff und Untersalpetersäure. Der Stickstoff derselben bleibt mit r Antheilen Sauerstoff verbunden, der fünfte Antheil Sauerstoff geht rt, dazu dient die Oeffnung in der Spitze der gekrümmten Röhre, in r Retorte bleibt das Bleioxyd.

Die flüssige Säure, welche in der erkälteten Vorlage befindlich, hat ie hell orange Farbe, eine Dichtigkeit, welche der einer ganz concentrirten alpetersäure nahe kommt, ihr specifisches Gewicht ist 1,45, sie siedet bei 28° C. und erstarrt zu Krystallen zwischen 1 und 2 Grad unter Null. ie Dämpfe dieser Flüssigkeit sind tief dunkelroth und haben eine Dichtigt von 1,72, sind also schwerer als die meisten Gasarten. Diese Eigenaften sind jedoch von verschiedenen Chemikern sehr verschieden angegeben rden; so soll die Untersalpetersäure nach Dulon bis —20 Grad erltet werden können, ohne zu erstarren und dann eine rein wasserhell und rblos aussehende Flüssigkeit geben, welche sich aber bei —10° schon ßgelb färbt und bei noch höheren Temperaturen immer dunkler wird, lches schließen läßt, daß sich schon bei diesen Temperaturen die Dämpfe

im Innern der Säure entwickeln, sie gelb und bei vermehrtem Auftreten orange färben.

Eben so wird von einigen Chemikern der Erstarrungspunkt genau auf —10°, wenn sie aus dem festen Zustande in den flüssigen übergeht, der Schmelzpunkt auf —9° angegeben, auch der Siedepunkt schwankt in den Angaben zwischen +22° und +28°, was zu beweisen scheint, daß die, von diesen verschiedenen Personen gewonnene Säure nicht durchaus derselbe Körper sei, eine Möglichkeit, welche an die Wahrscheinlichkeit grenzt, wenn man bedenkt, daß die Untersalpetersäure keine eigenen Salze bildet, sondern bei der Salzbildung immer in zwei verschiedene andere Säuren zerfällt, deren Salze dann in dem neuen Product gemischt sind, es sind salpetersaure und salpetrigsaure Salze. Nun ist unter diesen Umständen wohl möglich, daß die Zusammensetzung beider zu der Untersalpetersäure in abweichender Art vor sich gehe, so daß bald von einem, bald von dem andern mehr in der erzeugten Substanz vorhanden ist, deshalb die Eigenschaften von den verschiedenen Darstellern derselben nicht gleich und übereinstimmend gefunden werden konnten.

Abgesehen von dieser ihr fehlenden Salzbildung, wirkt die Untersalpetersäure äußerst vehement, greift alle zersetzbaren Stoffe mit außerordentlicher Lebhaftigkeit an, oxydirt glühende Kohlen, sehr erhitzten Phosphor gleich reinem Sauerstoffgas, wenn sie in Form von Dämpfen auftritt, ätzt und zerätzt vegetabilische und animalische Substanzen, färbt sie gelb und zerstört sie und hat auf den Lebensprozeß die gefährlichsten Wirkungen, sie gehört zu jenen wunderbaren Körpern, von denen wir im alltäglichen Leben immerfort umgeben sind und die einzeln schädlich, in ihrer Zusammensetzung ganz ungefährlich sind oder die, umgekehrt, einzeln wohlthätig oder indifferent erscheinen, zusammengebracht aber zu den gefährlichsten Körpern werden. Zu den ersten zählt das Natrium und das Chlor, ein Paar von den Elementen, die vermöge ihrer außerordentlichen lebhaften Verwandtschaft zum Sauerstoff oder dem Wasserstoff sich mit allen Körpern verbinden, in denen sie diese ihre Lieblingsgesellschafter finden, die aber zusammen gebracht sich unter einander verbinden und dann, sich selbst genug, beinahe völlig indifferent gegen alles andere außer ihnen sind, sie bilden dann Kochsalz, welches wir täglich als Würze unserer Speisen ohne Schaden genießen, mit dem wir dasselbe Fleisch vor Fäulniß jahrelang bewahren, welches Chlor allein oder Natrium allein sofort in einen solchen Grad von Zerstörung, von Auflösung aller Stoffe versetzen würden, daß aus jedem beliebigen Körper, damit gemengt, nur ein Haufen formloser Stoffe würde. —

Diesem analog, aber von entgegengesetzter Art, ist die Vereinigung

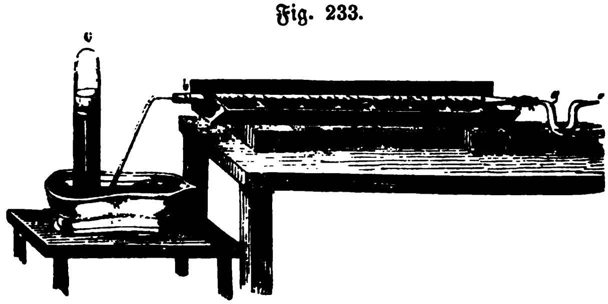
von zwei anderen Elementen, von denjenigen, welche wir soeben betrachtet, Sauerstoff und Stickstoff einzeln wohlthätig, oder, wie der Stickstoff indifferent, bilden sie doch vereinigt nicht zu einer Mengung, wie die atmosphärische Luft, sondern zu einem neuen, chemisch vereinigten Körper, eine Reihe von Oxyden und Säuren, von denen jede neue Stufe um so gefährlicher wird, je mehr des für alles Leben auf der Erde unentbehrlichen Sauerstoffes sie hat, dergestalt, daß also dieses höchst wohlthätige Element um so schrecklichere Wirkungen hervorbringt, in je größerer Menge es auftritt. Wir werden ganz Aehnliches bei den Oxydationsstufen des Schwefels wahrnehmen und es liefert dieses einen unwiderleglichen Beweis für die Behauptung, daß man aus den Wirkungen der einzelnen Körper nie auf die Wirkungen ihrer in der Zusammensetzung unter einander oder mit anderen schließen könne, eine Thatsache, an welche die älteren Aerzte mit ihren zehn- und zwölffach zusammengesetzten Rezepten niemals haben glauben wollen, woran sie und die italiänischen, spanischen, französischen, engländischen Aerzte noch immer nicht glauben, wie ihre Rezepte beweisen.

Daß die Untersalpetersäure keine eigenen Salze bildet, wird als ein Beweis angesehen, daß sie nicht eigentlich ein besonderer chemisch verbundener Körper sei; man hat aber für diese Ansicht noch andere Beweise aufgestellt, sie wird nämlich sehr leicht in zwei andere Oxydationsstufen des Stickstoffs zerlegt. Wenn man diese Untersalpetersäure durch eine Kältemischung stark abkühlt und Wasser langsam dazu tröpfelt, so giebt sie dieselbe Farbenmischung, welche bereits besprochen, sie wird roth, rothgelb, gelb, grün und endlich blau, bis sie bei noch stärkerer Verdünnung farblos wird. Bei diesen Erscheinungen zerfällt sie in Salpetersäure und salpetrige Säure. Wird die Säure bei dieser Verdünnung nicht abgekühlt oder wird sie gar erwärmt, so setzt sich die Zerlegung noch weiter fort, indem die salpetrige Säure viele rothe Dämpfe ausstößt, Stickstoffoxydgas entläßt ja selbst die durch Wasser so verdünnte Säure, daß sie farblos erscheint, entläßt noch Stickstoffoxydgas, wenn man Körper hinein bringt, welche die Oberfläche vermehren, wie z. B. Platina in Drahtknäueln oder eckige Pulver von Substanzen, die wirkungslos gegen die Säuren sind, z. B. grob gestoßenes Glas, ja wenn man die farblose Säure bis zum Kochen erhitzt, alle rothen Dämpfe verjagt hat und glaubt sie nun ganz von den Gasen befreit zu haben, zeigt eine nähere Prüfung, daß dieses noch keinesweges der Fall, denn übermangansaures Kali wird desoxydirt und entfärbt und chromsaures Kali wird dadurch grün, beides geschieht weder durch Salpeter- noch durch Untersalpetersäure, sondern durch

salpetrige Säure und Stickstoffoxyd, in welche diese Untersalpetersäure sich bei der Berührung mit den beiden Salzen zerlegt.

Bildet dieses Stickstoffoxyd keine Salze, das heißt mit anderen Worten: ist es keine eigentliche Säure, so wirkt es doch gegen starke Säuren als eine Base, wodurch es wieder das zweifelhaft gewordene Recht, ein besonderer Körper zu sein, zurück erhält. So bildet es mit der Schwefelsäure einen krystallischen Körper, den man folgender Art erhält. Man zieht eine Glasröhre einerseits zu einer Spitze aus und schmilzt sie auf der andern Seite zu; hier hinein bringt man flüssige Untersalpetersäure und concentrirte Schwefelsäure, worauf man die Röhre auch auf der offen gelassenen Seite vor der Gebläselampe zuschmilzt. Man überläßt nun die Mischung einige Tage sich selbst, wodurch die beiden Substanzen sich zu einem festen Körper verbunden haben, welchen man bis 200° erhitzen kann, bevor derselbe schmilzt, bei einer noch höheren Temperatur destillirt dieses Product der beiden Säuren unverändert aus einem Gefäß in das andere.

Fig. 233.



Die Zusammensetzung der Untersalpetersäure erhält man nach Regnault auf folgende Weise: Der schon wiederholt angewendete Apparat zur Ermittelung des Sauerstoffgehaltes durch zu oxydirendes Kupfer wird auch hier wieder angewendet und auch hier wird die vorhandene Luft vertrieben durch eine geringe Menge doppelt kohlensauren Natrums, dessen Kohlensäure man durch Hitze entwickelt, bis die atmosphärische Luft durch dieselbe fortgerissen ist; dann beginnt die Zersetzung der Untersalpetersäure. Diese befindet sich aber nicht innerhalb der Röhre ab, sondern in einer Uförmig gebogenen Glasröhre gfc, welche beiderseitig in Spitzen ausgezogen und zugeschmolzen ist. Die eine dieser Spitzen g wird in die harte Glasröhre ab gesteckt und mit Gummi elasticum verbunden. Wenn nun die Kohlensäure ihre Schuldigkeit gethan, so wird durch einen seitwärts gehenden Druck die eine Spitze der dünneren Röhre abgebrochen, worauf die Untersalpetersäure sofort überdestillirt und von dem Kupfer, welches, wie wir bereits wissen, sich im glühendem Zustande befinden muß, zersetzt. Wenn diese Operation beendet ist, so wird es noch darauf ankommen, den übrig bleibenden Stick

stoff aus dem Apparat zu vertreiben; da indessen die Untersalpetersäure nicht in der Röhre ab lag, so wird es nicht möglich sein auf die zu Anfang des Experimentes versuchte Weise, denn alsdann bliebe ja gfc von dem Gasstrome unberührt; man wendet deshalb einen jener gewöhnlichen Gasentwickelungsapparate, Fig. 234, an, in dessen Flasche A Kreide mit verdünnter Schwefelsäure übergossen befindlich. Wenn durch die rapide Entwickelung der Kohlensäure jede Spur von Luft aus der Flasche vertrieben ist, bringt man die zweite Spitze c der Uförmig gebogenen Röhre in die Mündung der Gasentwickelungsröhre und umkleidet die Vereinigungsstelle sehr schnell mit Gummi elasticum, worauf man die Spitze c abbricht und nun die in der Flasche A angehäufte Kohlensäure durch den ganzen Apparat streichen läßt. In dem mit Quecksilber gefüllten Cylinder C befindet sich aufgelöstes Aetzkali in geringer Menge, dieses nimmt die Kohlensäure auf, sowohl die zu Anfang als die zu Ende des Experiments entwickelte, wenn man also schließlich kein Gas mehr durch das Kali steigen sieht, ist die ganze Arbeit beendet und aus dem, was von einer genau gewogenen Menge Untersalpetersäure das Kupfer an Sauerstoff und der Cylinder C an Stickstoff aufgenommen hat, erkennt man den Procentgehalt, der sich so stellt, daß in 100 Theilen der Untersalpetersäure 30,43 Stickstoff und 69,57 Sauerstoff enthalten sind. Dies will sagen: hätte man in die Uförmige Röhre gfc 100 Gran Untersalpetersäure gebracht, so würde man das angewendete Kupfer um 69,57 Gran schwerer gefunden haben und der in dem Cylinder C enthaltene Stickstoff würde 30,43 Gran wiegen; man kann hiernach schon vorher wissen, wie groß die Glocke C sein müsse, von der 30 Gran das Gewicht des 25sten Theiles eines Kubikfußes Stickstoff sind, so wird der Cylinder etwa den 20sten Theil eines solchen Kubikfußes räumlichen Inhalt haben müssen.

Fig. 234.



Salpetrige Säure. NO_3.

Noch Anfangs der dreißiger Jahre hielt man die rothen Dämpfe, welche beim Erwärmen rauchender Salpetersäure erschienen, für salpetrige Säure und erklärte, sie sei sehr schwer in flüssiger Form darzustellen, auch kannte man damals keine andere Art als die noch in vielen französischen

Lehrbüchern zu findende, daß man nämlich Stickstoffoxydgas mit Sauerstoffgas versetzt durch eine Uförmig gebogene Röhre führte (hindurch streichen ließ), welche durch zerstoßenes Eis und Chlorkalk bis zum Gefrierpunkte des Quecksilbers erkältet war. Da man die Mengung der beiden Gase nicht so vornahm, wie die noch unbekannte Zusammensetzung forderte, so erhielt man nicht reine salpetrige Säure, sondern ein Gemisch von verschiedenen Stickstoffoxyden, auch entwichen Dämpfe und Gase, die Arbeit war keine solche, wie sie, auf wissenschaftliche Grundlage gestützt, ein genaues Resultat hätte geben müssen, man tappte im Dunkeln.

Wenn man jetzt auf diesem Wege die salpetrige Säure erzeugen will, so bringt man den Sauerstoff in einen Gasbehälter, Stickstoffoxydgas in einen anderen und läßt beide gleichzeitig durch die tief erkältete Röhre, doch in dem Verhältniß, strömen, daß viermal so viel des Stickstoffoxydgases als des Sauerstoffes übergehen. Nunmehr oxydirt sich das Stickstoffoxydgas zur salpetrigen Säure (aus NO_2 wird NO_3) und diese Verbindung condensirt sich zu einer tief blauen Flüssigkeit, aber es gehen viele rothe Dämpfe fort, welche eben nicht salpetrige Säure sind und deren Verlust den Versuch einfacher macht.

Wenn man rauchende Salpetersäure bei höchst gelinder Erwärmung destillirt und die Vorlage mit einer Kältemischung umgiebt, so erhält man in dieser Vorlage Untersalpetersäure im flüssigen Zustande. Man rectificirt dieses Destillat durch nochmalige Destillation unter gleichen Umständen, und zu 92 Theilen von dieser Untersalpetersäure träufelt man aus einer fein ausgezogenen Röhre, die heberförmig gebogen in einem höher gelegenen Gefäße hängt, destillirtes Wasser 45 Theile, während die Säure stets kalt erhalten und stets mit einem Glasstäbchen umgerührt wird, so bilden sich zwei ganz verschiedene, nicht mit einander mischbare Flüssigkeiten, welche nach kurzer Ruhe wie Wasser und Aether durch einen Spiegel abgesondert über einander stehen, aber sich noch viel auffallender als diese Flüssigkeiten (die beide wasserklar sind) durch die Farbe unterscheiden; die obere Schicht nämlich hat ein schönes klares Grasgrün, die untere Schicht ist so dunkel blau, daß sie dadurch undurchsichtig wird; diese letztere ist salpetrige Säure, durch Wasser etwas verunreinigt und verdünnt. Um die salpetrige Säure rein zu erhalten, bringt man diese beiden nicht mischbaren Flüssigkeiten in eine Retorte A, Fig. 135, welche sehr tief ist (ein sogen. Bocksbeutel) und mit dem größten Theile des Körpers in einem vorläufig kalten Wasserbade steht. Durch ein Zwischenrohr B steht diese Retorte mit der Vorlage C in Verbindung, welche in einer Schüssel mit Schnee oder gestoßenem Eise steht und auf welche aus einem darüber befindlichen Gefäß immerfort kaltes Wasser fließt, damit die Vorlage nicht

os unten, sondern eben so von oben her kalt erhalten werde. Die Tu-
ulatur t ist bei der Retorte sowohl als bei der Vorlage nöthig, bei der
steren, um die zu stillirenden Flüs-
keiten hineinbrin-
n zu können,
achdem die Zu-
mmenstellung des
nzen Apparats
reits vollendet ist
ine nothwendige
orsicht, denn die
estillation beginnt
sbald schon bei

Fig. 235.



r Temperatur des schmelzenden Eises), bei der Vorlage, um dem häufig
it übergehenden Stickstoffoxydgas Ausgang zu gestatten.

Sobald die Umfüllung geschehen, destillirt die salpetrige Säure und
an bemerkt in der Vorlage eine blaue Flüssigkeit, deren Menge sich stei-
rt, wie man allmälig die Temperatur des Wasserbades erhöhet; anfangs
mlich, wo die Säure in viel größerer Menge in der untersten Schicht
r Retorte enthalten war, fand das Sieden schon statt bei 0°, dann, wie
ch und nach dieselbe entweicht, steigert sich der Siedepunkt und die Tem-
ratur des Wasserbades muß diesem nachgehen, muß langsam erhöhet
erden, doch immer mit der größten Vorsicht, damit zu starke Erwärmung
s Destillat nicht zersetze, denn dies geschieht sehr leicht, deshalb man
ch die in der Vorlage gewonnene Flüssigkeit recht wohl durch nochmaliges
estilliren vollkommen reinigen, gewissermaßen rectificiren könnte.

Die Flüssigkeit, die salpetrige Säure ist tief indigoblau, sie ist so
ichtig, daß sie schon unter 6 Grad, ja schon bei —10 Grad kocht. Hier-
i zerlegt sie sich aber in Untersalpetersäure und in Stickstoffoxydgas, da-
r es so schwer ist, sie vollkommen zu reinigen. Mit Wasser, scheint es,
ßt die salpetrige Säure sich nicht mischen, bei sehr niederer Temperatur
t es den Anschein, als ob es möglich wäre, allein es zersetzt sich die
äßrige Flüssigkeit alsbald schon einige Grad unter Null, indem Stickstoff-
ydgas entweicht und in dem Wasser Salpetersäure zurückbleibt.

Die salpetrige Säure kommt nicht frei genug in der Natur vor, um
m selbst salpetrigsaure Salze zu bilden, allein man kann dieselben dar-
ellen dadurch, daß man von salpetersauren Salzen den Ueberschuß an
Sauerstoff wegschafft. Wenn z. B. der gewöhnliche oder der Natronsal-
eter geschmolzen werden, so geben sie Sauerstoff aus, in Folge dessen

das Kali oder das Natron nicht mehr salpetersaures bleibt, sondern salpetrigsaures wird (wiewohl es unmöglich ist, die Salze auf diesem Wege vollkommen rein darzustellen). Auch andere salpetersaure Salze verhalten sich eben so, aber ein sehr reines Salz läßt sich darstellen, wenn man geglüheten Salpeter (das ist eben salpetrigsaures Kali) mit salpetersaurem Silberoxyd (jedes vorher aufgelöst in destillirtem Wasser) vermischt. Es tauschen sich hier die Säuren der Salze aus, oder es geht der Sauerstoff des höher gesäuerten Silbers an das Kali und es bleibt niedriger gesäuertes (salpetrigsaures) Silberoxyd zurück, welches sehr schwer löslich ist im Wasser und sich darum aus demselben ausscheidet.

Auf diese Weise kann man mit Hülfe eines salpetrigsauren Salzes ein anderes darstellen, wie hier das salpetrigsaure Kali zur Erlangung von salpetrigsaurem Silberoxyd führt, so führt wieder dieses zur Erlangung von anderen salpetrigsauren Salzen. Bringt man z. B. das eben gedachte Silbersalz mit Chlorkalcium zusammen, so verbindet sich alsbald das Chlor des Kalkmetalles mit dem Metall des Silberoxydes, der Sauerstoff des Silbers mit dem Calcium zu Kalk und die salpetrige Säure des Silbers geht, indeß sich Chlorsilber bildet, zu dem Kalk und macht ihn zu salpetrigsaurem Kalk, welcher in der Flüssigkeit gelöst bleibt, indeß das unlösliche Chlorsilber sich niederschlägt.

Ein directes Bilden salpetrigsaurer Salze ist durch Gay Lussac mit Glück versucht worden, doch allerdings auf einem Wege, der in der Natur nicht vorkommt. Wenn man Sauerstoffgas mit viel Stickstoffoxydgas mengt und dieses Gemenge durch eine Auflösung von Aetzkali streichen läßt, so bildet sich salpetrigsaures Kali und die beiden Gase verschwinden aus dem Gemenge genau in dem Verhältniß, in welchem sie salpetrige Säure bilden. Alle diese künstlichen Salze sind von Interesse für die Chemie, doch nicht von wesentlichem Nutzen für das gewöhnliche Leben oder die Technik, deshalb wir das Weitere übergehen können, doch wird es nicht überflüssig sein, die lange Reihe der Stickstoffverbindungen noch einmal kurz durchzugehen.

Nehmen wir (was streng genommen allerdings nicht gestattet sein dürfte) die atmosphärische Luft mit in den Kreis auf, so haben wir sechs solcher Verbindungen, von denen jede vorhergehende weniger Sauerstoff hat, als die nachfolgende, in einem ganz regelmäßig steigenden Verhältniß und wovon jede vorhergehende leichter zu zersetzen ist als die folgende.

1. Atmosphärische Luft hat keine chemische Formel; sie würde sein N_2O, wenn die Luft eine chemische Verbindung wäre. 1 Volumen Stickstoffgas mit ¼ Volumen Sauerstoffgas so leicht verbunden, daß man es gar nicht für eine Verbindung gelten lassen will, doch sind Sauerstoff

ıd Stickstoff auch hier nicht mechanisch, nicht durch ein Sieb, sondern ır durch einen chemischen, den Verbrennungsprozeß zu trennen.

2. Stickstoffoxydulgas. NO. Die Verbindung läßt sich nicht issig oder fest darstellen. 1 Volum Stickstoffgas mit ½ Volum Sauer›ffgas, eine schon festere Verbindung, ein athembares Gas, welches die erbrennung lebhaft unterhält, durch Erkältung und starken Druck zu ier Flüssigkeit, ja zu einem starren Körper werden kann.

3. Stickstoffoxydgas. NO_2. 1 Volum Stickstoff und 1 Volum auerstoff, schwerer zu zersetzen, inniger zusammenhängend und eine beındige Gasart, auf keine Weise durch Druck oder Erkältung in eine üssigkeit zu verwandeln. Nicht athembar, die Verbrennung nur schwer ıterhaltend.

4. Salpetrige Säure. NO_3. 1 Volum Stickstoff mit 1½ Vom Sauerstoffgas (oder 2 Volum Stickstoff mit 3 Volum Sauerstoff). is hierher fand eine regelmäßige Verdoppelung des Sauerstoffes statt ıd die Verbindungen waren gasförmig; beides hört jetzt auf, die Mi›ungsverhältnisse sind anders und die Verbindungen sind Flüssigkeiten. ie salpetrige Säure, eine tief blaue Flüssigkeit, schon bei 0° lebhaft verampfend, siedend im concentrirten Zustande; bei 28 Grad über Null aus ›er Verbindung entweichend, dabei von der Luft stets zersetzt, so daß die im Sieden entstehenden rothen Dämpfe nicht die salpetrige Säure, sonrn eben ein Zersetzungsproduct sind.

5. Untersalpetersäure. NO_4. 1 Volum Stickstoff mit 2 Vom Sauerstoff zu zwei Volum verdichtet, eine Flüssigkeit, bei dem Geierpunkt des Quecksilbers erstarrend, bei 0 bis + 28° siedend, überaus ›end und darum auch in Dampfform gefährlich wirkend.

6. Salpetersäure. NO_5. 1 Volum Stickstoffgas mit 2½ Sauer›ffgas oder in ganzen Zahlen: 2 Volume Stickstoffgas mit 5 Volumen auerstoffgas.

Die Formeln, welche hier angeführt sind, beziehen sich darauf, daß, ınn man, von der ersten eigentlich chemischen Verbindung angefangen, e Sauerstoffmengen in ganzen Zahlen und die Stickstoffmengen in n diesen Veränderungen entsprechenden Verhältnissen ansetzt, jederzeit ein ıd dieselbe Menge Stickstoff (2 Volumen) mit Sauerstoff in der Folge r natürlichen Zahlen verbunden wird, denn 2 Volumen Stickstoff mit 1, 3, 4, 5 Volumen Sauerstoff ist ganz genau gleich den Ausdrücken: Volum Stickstoff mit ½, 1, 1½, 2, 2½ Volumen Sauerstoff. Man nnt solch einen Antheil, der sich jederzeit wieder mit einem entsprechenn Antheil eines anderen Elementes verbindet, das Aequivalent; so ıd denn zwei Raumtheile Stickstoff das Aequivalent für einen Raumthei

Sauerstoff und dieser letzte verbindet sich mit einem Aequivalent Stickstoff in der fortschreitenden Reihe von 1, 2, 3, 4 und 5 Aequivalenten. Es ist nun, wie schon am Anfange dieses Buches bemerkt wurde, eine solche Einfachheit der Verbindung keineswegs ein allgemein gültiges Gesetz, aber es findet sich doch so häufig bestätigt, daß man nicht angestanden hat, dasselbe zu einem Gesetz zu erheben, nur muß man zugestehen, daß es viele Ausnahmen von diesem Gesetze giebt und daß man deshalb genöthigt ist, dieselben immer da anzuführen, wo sie eintreten.

Wir werden uns von jetzt ab des Wortes Aequivalent häufiger bedienen, denn wir wissen was darunter zu verstehen, nämlich immer das Mischungsgewicht, was andere auch mit Atom übersetzen, so daß, wenn 2 Raumtheile Stickstoffgas mit einem Raumtheil Sauerstoffgas, Stickstoffoxydul bildet, sie sagen würden: Stickstoffoxydul besteht aus 1 Atom Stickstoff mit 1 Atom Sauerstoff. Wir sagen da: 1 Aequivalent Stickstoff mit 1 Aequivalent Sauerstoff bildet Stickstoffoxydgas; der Name thut nichts dazu, die Sache bleibt immer dieselbe. Die Aequivalente sind höchst verschieden an räumlichem Inhalt gegen einander oder an Gewicht, daher der Name Atomgewichte, welcher bezeichnen soll, welches Gewichtsverhältniß die Aequivalente gegen einander haben. In diesen Annahmen würde etwas außerordentlich Wichtiges, alle Rechnungen Erleichterndes liegen, wenn nicht schon wieder verschiedene Lesarten den Text bis zur völligen Unverständlichkeit verwirrten, indem man in dem einen Lehrbuch den Wasserstoff als Einheit anführt, in dem andern den Sauerstoff, daher in dem einen Falle der Sauerstoff 8 hat als Aequivalent, im andern aber 100 und daher der Wasserstoff in einem Falle 1 hat, im andern 12,5; daher der Stickstoff 14 oder 175 als Aequivalentenzahl.

Was hat nun Regnault oder Pelouze oder Fritzsche oder Liebig gemeint, wenn der Eine das Aequivalent der Untersalpetersäure 4,6, der Andere 575 angiebt? Wir müssen schon hier einen Augenblick noch uns mit dem Gegenstande beschäftigen, doch wollen wir ihn so kurz wie möglich behandeln, um nicht in dem Bemühen, deutlich zu sein, erst recht undeutlich zu werden.

Wir haben gesagt, der Stickstoff mit dem Sauerstoff verbinde sich in fünf verschiedenen Stufen (außer der atmosphärischen Luft, welche man nicht gern als eine Oxydation des Stickstoffes betrachtet) und zwar verbinden sich diese Körper als Gase mit einander in dem Verhältniß: von 2 Raumtheilen Stickstoff mit 1 Raumtheil Sauerstoff mit 2, 3, 4 und 5 Raumtheilen Sauerstoff. Für Volumina ist also 2 die Zahl des Stickstoffes, Sauerstoff ist daher gleich 1 und es verbindet sich immer 1 Aequivalent Stickstoff mit 1 Aequivalent Sauerstoff oder mit 2 Aequi-

valent Sauerstoff aber nie 2 Aequivalent Stickstoff mit 1 Aequivalent Sauerstoff (das wäre der Fall der atmosphärischen Luft, wenn sie eine chemische Verbindung wäre).

Auf Gewichte angewendet, muß man nun erst erforschen, wie sich diese Raumtheile zu einander verhalten, und da findet sich, daß, wenn Sauerstoff 100 wiegt (irgend ein beliebiger Raum, z. B. der achte Theil eines Kubikfußes möge 100 Gran wiegen), diejenige doppelt so große Räumlichkeit Stickstoffgas, welche sich mit dem Sauerstoff zu Stickstoffoxydulgas verbindet, 175 wiegt (d. h. um bei dem gegebenen, ganz aus der Luft gegriffenen Beispiele zu bleiben — irgend ein beliebiger Raum voll Stickstoffgas, doppelt so groß als der vorhin von dem Sauerstoffgas gefüllt gewesene, also zwei Achtel Kubikfuß, wiegt 175 Gran).

Wir werden nun mit Recht fragen: wie ist denn nun das Atom- oder Aequivalentgewicht des Stickstoffoxyduls? Dies erfahren wir durch Addition der beiden Aequivalente des Sauerstoffes und des Stickstoffes; 100 und 175 geben 275 und dies ist das Aequivalent des Stickstoffoxyduls. Wenn wir nun weiter schreiten, zu Stickstoff (175) 2 Aequivalente Sauerstoff, 3, 4 und 5 fügen, so werden wir die Summen 375, 475, 575 und 675 bekommen und wir wissen nun auch, daß 375 das Aequivalent des Stickstoffoxydes, 475 das der salpetrigen Säure, 575 das der Untersalpetersäure und endlich 675 das Aequivalent der Salpetersäure ist.

In solcher Art werden die Rechnungen alle angestellt und wir dürfen hoffen, daß die Sache einem Jeden klar sei und dürfen also weiter gehen. Die Stickstoffverbindungen wurden als Beispiel gewählt, weil sie sich zuerst darboten und weil sie die außerordentliche Einfachheit der Regel recht deutlich veranschaulichen; wo im Verlauf der übrigen Oxydationserscheinungen man nicht solche Regelmäßigkeit trifft, ist man geneigt, anzunehmen, daß man die Oxydationsstufen, welche zur Vervollständigung des Systems fehlen, noch nicht kennt.

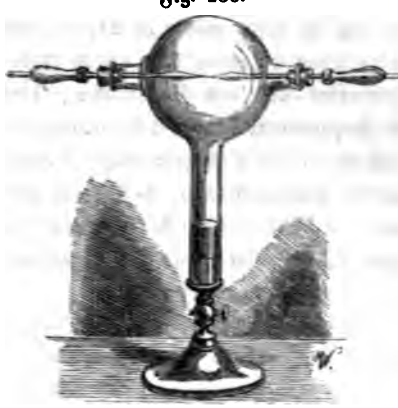
Verbindungen des Stickstoffes mit dem Wasserstoff.

Ammoniak. H_3N.

Genau genommen hätten wir nur diese eine Verbindung zu betrachten, denn sie allein läßt sich wirklich isolirt darstellen, allein es muß, bevor wir zu derselben schreiten, gesagt werden, daß es vier Verbindungen der beiden

gedachten Elemente giebt: Imid HN, Amid H_2N, Ammoniak H_3N und Ammonium H_4N. Die Bezeichnung sagt, wie dieselben zusammengesetzt sind. 1 Aequivalent Wasserstoff mit 1 Aequivalent Stickstoff, 2 Wasserstoff, 3 und 4 Wasserstoff immer mit 1 Aequivalent Stickstoff verbunden. Die am allgemeinsten bekannte Verbindung ist die in der Ueberschrift angeführte, sie dient auch zur Grundlage bei der künstlichen Darstellung der anderen, aber auch sie läßt sich nicht darstellen durch directe Verbindung des Wasserstoffes mit dem Sauerstoff, sondern sie muß aus einem andern Körper, in welchem sie enthalten ist ausgeschieden werden, die einzige sonst noch mögliche Darstellungsweise des Ammoniaks aus dem Stickstoff und Wasserstoffgase ist die durch den elektrischen Funken.

Fig. 236.



Wir haben bereits S. 168 einen Apparat beschrieben zur Darstellung des Wassers aus Wasserstoff und Sauerstoff durch den electrischen Funken, derselbe kann auch hier angewendet werden, doch bedarf es der dort angegebenen Vorsicht keinesweges; es findet nämlich keine Explosion statt, der Ballon kann also gänzlich mit dem Gasgemisch angefüllt sein; da aber die Verbindung zwischen den beiden Gasen, wie es scheint, nur in dem Raum, den der elektrische Funke durchläuft, stattfindet, oder in seiner größten Nähe, so dauert es sehr lange, bis man Spuren von Ammoniak in dem Ballon findet, allein die Ammoniakbildung ist unzweifelhaft und man glaubt sogar, daß die Spuren von salpetersaurem Ammoniak, welche man in dem Gewitterregen findet, von dieser Verbindung der beiden in der Atmosphäre vorhandenen Gase durch den Blitz herrühren.

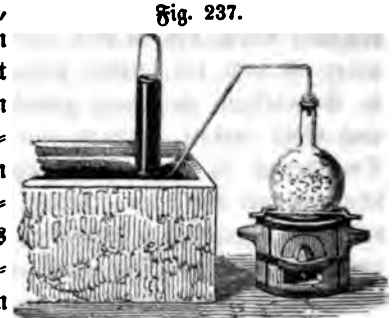
Im Gegentheil findet die Verbindung beider Gase außerordentlich leicht statt, wenn beide sich in einer Flüssigkeit im Augenblick ihres Auftretens begegnen (im Status nascens sagt der Chemiker von Profession). Wenn ein Stück Eisen an der feuchten Luft rostet (in trockner Luft geschieht dies bekanntlich niemals), so giebt dies in der Regel Anlaß zur Bildung von Ammoniak. Der Hauch von Feuchtigkeit, welcher das Eisen bedeckt und welchen die atmosphärische Luft in seiner Substanz aufgenommen dem Eisen zuführt, ist das Zwischenmittel zur Verbindung der beiden Gase. Der Sauerstoff der Luft und des Wassers tritt an das Eisen, um es zu oxydiren, der Stickstoff der Luft und der Wasserstoff des Wassers werden frei und können sich im Augenblick ihrer Entstehung an

greifen. Regnault glaubt behaupten zu dürfen, daß der Eisenrost in Berührung mit dem Eisen ein voltaisches Element zur Erzeugung der Berührungselectricität gäbe, stark genug, um die Verbindung der beiden Gase zu befördern.

Wenn man Zink in sehr verdünnter Salpetersäure auflöst, so oxydirt dasselbe auf Kosten des Wassers, thut man dasselbe in sehr concentrirter Säure, so geschieht die Oxydation auf Kosten der Säure, wählt man dagegen eine Verdünnung derselben mittlerer Art, so geschieht die Oxydation des Zinks auf Kosten des Sauerstoffes, sowohl des Wassers als der Säure; von dem ersteren wird durch Hinwegnahme des Sauerstoffes Wasserstoff frei, von der Säure trennt sich eben deswegen Stickstoff und diese beiden Gase begegnen sich im Entstehungsmomente in der Flüssigkeit und werden zu Ammoniak, deshalb man in der Lösung stets eine nicht unbeträchtliche Menge salpetersaures Ammoniak findet. Noch viel größer wird aber die Quantität, wenn man die Auflösung des Zinks in einer Mischung von Salpeter- und Schwefelsäure bewerkstelligt.

Man legt das Metall in die verdünnte Schwefelsäure, wobei sich lebhaft Wasserstoff entwickelt; man gießt nun behutsam so viel Salpetersäure zu, bis die Wasserstoffentwickelung gänzlich aufhört. Die Oxydation des Zinks hört nicht auf, sie wird im Gegentheil stärker und zwar auf Kosten des Wassers so wie der Säure; aber die Grundlagen dieser beiden Oxyde, Wasserstoff einerseits und Stickstoff andererseits, bleiben zu Ammoniak vereinigt in der Auflösung; ein Vorgang, den wir im Verlauf dieser Blätter sich häufig wiederholen sehen werden, nämlich daß sich zwei Körper in Gasgestalt zusammen gebracht, nicht mischen, indeß im Augenblick der Entstehung dieser Gase sich beide mit großer Lebhaftigkeit ergreifen.

Fig. 237.



Wenn man Ammoniak bilden will, schlägt man natürlich diese weitläuftigen Umwege nicht ein, sondern man wählt einen nähern Weg. In einen Kolben bringt man eine Mengung von gepulvertem Salmiak und Aetzkalk, geglühetem Kalk. Beide Substanzen werden unmittelbar vor der Operation gemengt, des Salmiaks nimmt man ein Theil, des gebrannten Kalkes zwei Theile, den ersteren zerstößt man im Mörser, den Kalk macht man zu Pulver, indem man ihm so viel Wasser zusetzt, daß er zerfällt.

Wenn man nun diese Substanzen in den Kolben der Fig. 237 bringt und eine sehr gelinde Erwärmung verursacht, so bildet sich aus dem Chlor

des Salmiaks und dem Calcium Metall, Chlorkalk; aus dem Wasserstoff der Salzsäure des Salmiaks, welche ihr Chlor an den Kalk abgetreten hat, bildet sich Wasser und das Ammoniak des Salmiaks wird frei.

In einem Schema läßt sich der Vorgang darstellen wie folgt:

Salmiak, das ist Chlorhydrat von Ammoniak } zersetzt sich in { Ammoniak . . . . unverändert Ammoniak
und
Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) { Wasserstoff, Chlor → Wasser.

Aetzkalk zersetzt sich in . . . . { Sauerstoff, Calciummetall → Chlorcalcium.

In der Formelsprache läßt sich dasselbe so ausdrücken:

H_3N mit HCl und CaO gehen über in H_3N mit ClCa und HO
(Ammoniak) (Salzsäure) (Calcium) geben (Ammoniak) (Chlorcalc.) (Wasser)
Salmiak.

Das Wasser wird hierbei durch den Chlorkalk zurück behalten, welcher höchst begierig ist nach Feuchtigkeit, das Ammoniak aber entweicht in Gasgestalt und wird durch das Gasentbindungsrohr zu der Quecksilberwanne geleitet, woselbst es aufgefangen wird; diese Entwickelung ist durchaus nicht sparsam, auch beginnt sie schon, wenn man den Kalk mit dem Salmiak mengt. Die Operation muß also schnell eingeleitet werden, wenn man nicht beträchtliche Verluste an Gas erleiden will.

Das so gewonnene Ammoniakgas ist farblos und besitzt bei seiner großen Flüchtigkeit einen sich leicht und schnell verbreitenden Geruch; derselbe ist nicht zu beschreiben, wie es denn mit den Gerüchen überhaupt so ist, wer kann sagen, wie Nelken und Rosen riechen, wer kann den Geruch des Moschus oder des Zimmet beschreiben? Vom Ammoniak könnte man höchstens sagen, daß es nach all diesem nicht riecht, allein der Geruch desselben ist doch den meisten Personen aus einer Flüssigkeit bekannt, welche sie Salmiakgeist zu nennen gewohnt sind, wiewohl dieselbe weder Salmiak noch Geist enthält, sondern eine Auflösung von Ammoniak in Wasser ist. Der Geruch ist so scharf und ätzend, daß er das Gefühl des Zusammenschnürens der Kehle hervorbringt, beißt, die Augen angreift und zu Thränen reizt; in Pferdeställen entwickelt sich dieser Geruch nebst seiner Ursache, dem Ammoniakgas, sehr stark und er wird nur durch die thierische Ausdünstung in etwas gemildert, reizt aber auch zu Thränen, wenn ein nicht großer Stall mit Pferden genügend besetzt und dabei nicht genügend gelüftet wird.

Das Gas wirkt entschieden alkalisch und Ammoniak wurde deshalb auch ehemals flüchtiges Alkali genannt, zum Unterschiede vom Pflanzen-

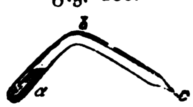
Alkali, dem Kali und dem mineralischen Alkali, dem Natron. Wenn man daher befeuchtetes, durch Curcumma gelb gefärbtes Papier diesem Gase aussetzt, so wird das Papier braun (eine bekannte Wirkung aller Alkalien auf gelbe Pflanzenfarben), da das Alkali aber ein flüchtiges ist, so entweicht es an der Luft und die frühere gelbe Farbe tritt wieder hervor; nicht so mit dem durch Säure roth gefärbten Lackmuspapier, welches durch Ammoniak wieder blau wird; hier kann sich das Alkali nicht mehr verflüchtigen, weil es sogleich, durch die Säure gebunden, zu einem Salz gemacht wird. Dieses Ammoniak in Luftgestalt oder in der einer Auflösung in Wasser ist daher ein vortreffliches und häufig angewendetes Mittel zur Vertilgung von Flecken, welche durch Säuren entstanden sind. Gefärbte Wollen-, Seiden-, Baumwollenstoffe werden häufig durch eine oder die andere verdünnte Säure theilweise ihrer Farben beraubt; ist dieses nicht vor so langer Zeit geschehen, daß bereits das Zeug selbst angegriffen worden, so genügt einmaliges Benetzen mit dem im Wasser aufgelösten Ammoniak, um die Farbe sofort wieder herzustellen und der ferneren Zerstörung Einhalt zu thun.

Das Ammoniakgas ist in schwachem Grade brennbar; hat man es in einem Gasbehälter aufgefangen und läßt man es daraus durch eine Lichtflamme strömen, so brennt es, so lange die Flamme in der Nähe ist, erlischt aber, sobald man diese entfernt. Umgiebt man jedoch die Spitze, aus welcher das Gas strömt, mit einer Glocke, in welcher Sauerstoffgas enthalten ist, so brennt das Ammoniakgas, einmal angezündet, fort, auch verpufft dasselbe, wenn es mit Sauerstoffgas, Stickstoffoxydul oder Oxyd in dem richtigen Verhältnisse gemengt ist, ähnlich wie Knallgas, nur nicht mit einer solchen Heftigkeit. Der elektrische Funke zündet dieses Gasgemenge an, aber merkwürdig ist, daß der elekrische Funke, so wie er aus Stickstoff und Wasserstoff Ammoniak bildet, das fertig gebildete Ammoniak wieder zersetzt in seine Bestandtheile. Wenn man den mehrfach angeführten Apparat (S. 378, Fig. 236) mit Ammoniakgas anfüllt und eine große Menge elektrischer Funken von Spitze zu Spitze schlagen läßt, so entsteht unter Verdoppelung des vorhanden gewesenen Gasvolumens aus dem Ammoniak sowohl Wasserstoffgas als Stickstoffgas.

Die Zersetzung erfolgt auch, wenn man das Gas durch eine glühende Porzellanröhre führt, in welcher zerbröckeltes Porzellan liegt. Noch vollständiger oder leichter erfolgt die Zerlegung, wenn sich Drahtgeflechte in der Röhre befinden; Kupfer oder Eisen sind hierzu am geeignetsten, wiewohl auch die edlen Metalle einen annäherungsweise gleichen Erfolg geben, allein wer wird Gold oder Platina anwenden, wo Kupfer oder Eisen besser

wirken! Nach Otto*) werden die unedlen Metalle dadurch zerbrechlich, spröde und es scheint, als ob dieselben, wenn auch nur vorübergehend, Stickstoff aufnähmen. Ueber die Zusammendrückung dieses Gases zu einer Flüssigkeit ohne Hülfe des Wassers, hat Faraday sehr umfassende Versuche angestellt und gefunden, daß bei einer Temperatur von + 11° die Verdichtung schon bei einem Druck von 6 Atmosphären möglich sei, bei + 16° allerdings 7 Atmosphären, bei 28° 10 Atmosphären fordere, was immer wenig genug ist im Vergleich mit Kohlensäure oder Stickstoffoxydul, aber doch genug, um große Vorsicht bei dem Versuche zu erheischen, ja um denselben für viele kleinere Laboratorien unausführbar zu machen, hat man dagegen die leichter zu beschaffenden Mittel zur Erkältung von Flüssigkeiten bei der Hand, so kann man mit geringerem Druck auskommen. Bei 12° unter Null genügen schon drei Atmosphären und bei — 40° geht das Gas in eine Flüssigkeit über, ohne irgend einen vermehrten Druck; dasselbe ist also der Dampf einer Flüssigkeit, welche an freier Luft schon bei 40° unter Null siedet.

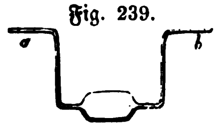
Fig. 238.



Die einfachste Art, die Flüssigkeit darzustellen, ist die in den allermeisten Fällen von Faraday befolgte. Es ist unglaublich, welche Widerstandsfähigkeit eine starke Glasröhre von geringem Durchmesser hat. Ist die Wandung des Glases ein Zwölftel Zoll dick, der innere Durchmesser aber nicht beträchtlich über 1/4 Zoll, so kann man solche Röhren unbedenklich einem Drucke von innen nach außen unterwerfen, der 80 Atmosphären übersteigt, ohne eine Gefahr zu besorgen. Hierauf gestützt, bringt Faraday (und ihm nachfolgend alle die Chemiker welche Versuche über die Zusammendrückbarkeit der Gase gemacht haben) eine starke Barometerröhre von 8 bis 9 Zoll Länge über der Lampe zu einem Knie, welches einerseits fest zugeschmolzen wird. An diese Stelle bringt man, nachdem sie erkaltet ist, ammoniakhaltiges Chlorsilber und schmilzt dann das andere Ende der Röhre gleichfalls zu.

Das Chlorsilber erhält man käuflich, mit Ammoniakgas sättigt man es, indem man dasselbe in gepulvertem Zustande in eine Uförmig gebogene

Fig. 239.



A

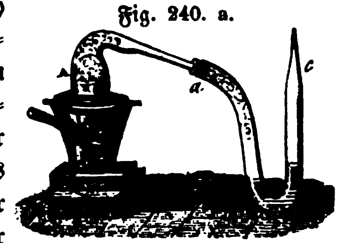
aber auf beiden Seiten offene Röhre bringt; das nach unten gehaltene Knie, Fig. 239 A, wird mit Chlorsilber gefüllt und durch die Röhre a Ammoniakgas durch den Apparat getrieben, welches, wenn die Sättigung des Chlorsilbers eingetreten ist, auf der andern Seite bei b entweicht und sich dort durch den Geruch sehr deutlich kenntlich macht, bevor aber eine solche Sättigung eingetreten, geschieht dies nicht, denn das Chlor-

*) Otto ausführliches Lehrbuch der anorganischen Chemie.

silber absorbirt das Ammoniakgas, wenn es nicht in zu stürmischer Eile darüber hinweggeführt wird, vollständig und in großer Menge.

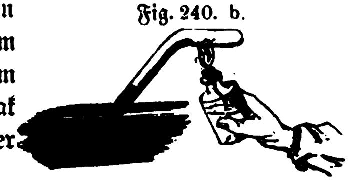
Da sich aus dem Raume A des Apparates das zusammenbackende Chlorammoniaksilber nicht entfernen läßt, ohne daß man das Glas zerschlägt, so wendet man lieber eine weitere Uförmig gebogene Röhre an, wie sie in Fig. 240 a zu sehen ist, welche auch den ganzen Hergang des Prozesses gleich darstellt. Das Chlorsilber befindet sich in dem untern Theile des U bei b, die weite Oeffnung a dient dazu, um den dünnen Hals der Retorte A aufzunehmen, aus welcher das Ammoniakgas entwickelt werden soll, aus der fein ausgezogenen Spitze c kann nach der Operation das noch überflüssige Gas entweichen; es versteht sich, daß die Röhre abc mit dem Chlorsilber in einer Mengung von Glaubersalz und Schnee oder Eis stehe und 15° unter Null erkältet werde.

Fig. 240. a.



Hat man nun alles auf die gedachte Art vorbereitet und die Röhre, in welcher die Verdichtung des Ammoniak vor sich gehen soll, vor der Lampe geschlossen, so hält man dieses geschlossene Ende, nachdem es vorher langsam erkältet, in eine der öfter gedachten Kältemischungen, das andere Ende mit dem Chlorsilber aber erwärmt man behutsam durch eine Spirituslampe; das Ammoniak wird dadurch destillirt und schlägt sich an der erkälteten Stelle nieder.

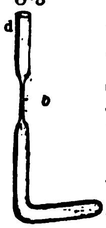
Fig. 240. b.



Es ist schwer, dieses flüssige Ammoniak unter den gedachten Umständen lange zu erhalten, es sei denn, daß man es in einer Kältemischung stehen ließe und das Chlorsilber außerhalb in einer höheren Temperatur bliebe, denn aus der Kältemischung genommen, verdampft die Flüssigkeit und bleibt nur in sofern flüssig, als mehr vorhanden ist, wie sich entwickeln müßte, um einen Druck von 10—15 Atmosphären auf die zurückbleibende Flüssigkeit auszuüben. Das so in Dampfform vorhandene Ammoniak würde aber unter diesem hohen Druck sich eben so gut mit dem Chlor verbinden, wie es bei Erniedrigung der Temperatur geschieht, mit andern Worten: dieses Gas würde den vorher gemachten Weg wieder zurückmachen, es würde sich wieder mit dem Chlor verbinden; dem kann man entgehen, wenn man der knieförmig gebogenen Röhre folgende Einrichtung giebt: Der Schenkel, in welchen das Chlorsilber zu liegen kommen soll, wird doppelt so lang gemacht als der andere; ein Theil, die andere kleinere Hälfte etwa, wird über der Gebläselampe ausgezogen, so daß bei b ein

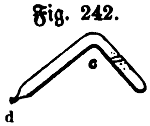
dünner Hals entsteht; nunmehr wird nach d, diesem kürzeren Theile das Ammoniakchlorsilber gebracht und dann die Röhre zugeschmolzen, welches bei einiger Geschicklichkeit geschehen kann, ohne die Temperatur des Chlorsilbers irgend wie zu alteriren, da es doch vier bis fünf Zoll weit von dem zuzuschmelzenden Ende liegt, und das Glas ein so schlechter Wärmeleiter ist, daß man es ohne Gefahr des Verbrennens an einer Stelle anfassen kann, die einen Zoll weit von derjenigen entfernt ist, wo dasselbe sich im glühenden, schmelzenden Zustande befindet.

Fig. 241.



Man hält nun das leere Ende der Röhre in die Kältemischung, das Ende d aber bringt man über die Spirituslampe, die sich entwickelnden Dämpfe streichen durch den engen Theil der Röhre b nach derjenigen Stelle, welche erkältet wird und verdichten sich dort. Ist die Operation beendet, so bringt man die Gebläseflamme an die Stelle b und schmilzt die Röhre daselbst zu und entfernt das Ende mit dem Chlor. Nunmehr sieht die getrennte knieförmig gebogene Röhre aus, wie Fig. 242 zeigt, die Stelle d giebt die zugeschmolzene Verengerung derselben an und in dem anderen Theile steht die verdichtete Ammoniakflüssigkeit und kann nicht resorbirt, zurück aufgenommen werden.

Fig. 242.



Nunmehr ist es auch nicht mehr nöthig, gar zu ängstlich über die niedrige Temperatur zu wachen, denn falls nur die Röhre stark genug ist, um einem Druck von 10 Atmosphären mit Erfolg Widerstand zu leisten, so mag doch die Flüssigkeit immerhin 28° warm werden — das schadet nichts, sie entwickelt so viele Dämpfe, um sich selbst bei dieser Temperatur den Druck zu bereiten, welcher nöthig ist, um den Rest flüssig zu erhalten. Der zu Anfang beschriebene Apparat hat auch sein Gutes. Weil das Chlorsilber die Dämpfe der Ammoniakflüssigkeit verdichtet, weil das Rohr bald leer wird von Flüssigkeit und das Chlor wieder damit beladen wird, so kann man mit demselben Instrument den Versuch sehr häufig wiederholen, was für Vorlesungen sehr bequem ist, indem es die stets zu wiederholende Mühe der Bereitung des Ammoniak-Chlorsilbers, die Vorbereitung und den Verschluß der Glasröhre erspart, und alles auf Erwärmen des einen und Erkalten des anderen Endes reducirt.

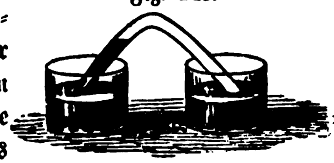
Da die Flüssigkeit so sehr flüchtig ist, so wird sie schon bei der Wärme der Hand sieden, dies geben die Lehrbücher als einen wichtigen Gegenstand an, dazu braucht man aber kein flüssiges Ammoniak, das geschieht schon mit Aether, ja schon mit Wasser im luftleeren Raum, viel auffallender ist der Versuch in folgender Weise anzustellen.

Man bringt die knieförmig gebogene Röhre ab in zwei verschiedene

Gefäße a in ein Glas mit kaltem Wasser b in ein Glas mit einer kalten Mischung.

In wenigen Augenblicken wird die Flüssigkeit in dem kalten Wasser zu sieden beginnen, in dem Schenkel b wird sich der Dampf verdichten, ein Schauspiel, welches in hohem Grade auffällt, wiewohl es im Grunde so natürlich ist, als das Sieden des Wassers bei 100 und das des Weingeistes bei 80 und des Aethers bei 40 Grad. Der Siedepunkt verschiedener Flüssigkeiten ist durchaus verschieden — der Siedepunkt der Ammoniakflüssigkeit, (d. h. einer solchen, die aus Ammoniakdämpfen bei starkem Druck und niederer Temperatur verdichtet ist, liegt 40° unter Null, wie der des Aethers 40 Grad über Null.

Fig. 243.



Die durch die gedachte Operation gewonnene Flüssigkeit ist sehr viel leichter als Wasser, sie wiegt noch nicht ¾ desselben, nicht 0,75, sondern 0,73, ist dabei völlig farblos und so leicht beweglich, das daneben gehaltener Schwefeläther träge und schwerfällig erscheint. Die übrigen Eigenschaften lassen sich schwer oder gar nicht untersuchen, weil man diese Substanz nur in zugeschmolzenen Gefäßen bewahren kann.

Ein anderes ist es mit derjenigen, welche man gewöhnlich Ammoniakflüssigkeit oder Salmiakgeist nennt.

Das Wasser absorbirt beinahe von allen Gasen, welche wir kennen, geringe Mengen, von manchen, welche — wie Spiritusdampf, Kohlensäure, Ammoniak — geradezu nur die Dämpfe der Flüssigkeiten sind, (nicht permanente Gasarten, wie Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff) absorbirt es mehr, aber von Ammoniakgas absorbirt es bei 10 Grad (nach Davy's Untersuchungen) 670 mal seinen eigenen Umfang, d. h. ein Cubikfuß Wasser nimmt 670 Cubikfuß Gas auf, was beinahe die Hälfte des Gewichtes des Wassers beträgt. Die Versuche scheinen übrigens unvollkommen zu sein, denn erstens ist die Aufnahme von Gas noch viel größer bei geringerer Temperatur, so daß die Zahl bei 0°, bei —10° schon nicht mehr zutrifft, sondern die Hälfte des Gewichtes des Wassers weit übersteigt, dann soll der ferneren Absorption dadurch ein Hinderniß entgegenstehen, daß es zuletzt nicht mehr Wasser ist, was sich in Berührung mit dem zu verdichteten Gase befindet, sondern flüssiges Ammoniak selbst; allein Davy hat das richtige Prinzip des Niederschlagens von Dämpfen hier ganz aus den Augen gelassen, schlägt ja doch absoluter Weingeist seine eigenen Dämpfe nieder, vermehrt seine Masse, wird aber dadurch erwärmt und muß also durch frisches Wasser abgekühlt werden, warum sollte denn reines flüssiges Ammoniak seine Dämpfe nicht niederschlagen, wenn es nur zur Genüge erkältet wird!

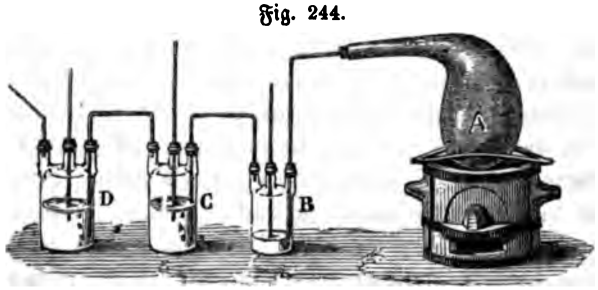
Die Frage beantwortet sich auch ganz einfach bejahend, denn reine Ammoniakflüssigkeit schlägt das Ammoniakgas allerdings nieder, allein da ihr Siedepunkt bei 40° unter Null befindlich, so muß sie bis dahin abgekühlt werden, sonst geschieht es natürlich nicht. Weingeist von 80° Hitze schlägt auch keine Dämpfe nieder, sondern stößt im Gegentheil deren in Menge aus, so daß man dieselben in anderen Gefäßen niederschlagen kann.

Wenn nun bei der Destillation der Ammoniakdämpfe (denn ein anderes findet hierbei nicht statt) Wasser vorgeschlagen ist, so ist die Absorbtion der Dämpfe schon in höheren Graden möglich, weil Wasser nicht bei 40° unter Null siedet, sondern bei 100° über Null. Wie nun aber das Wasser mit Ammoniak mehr und mehr gesättigt wird, so wird es auch leichter zum Sieden kommen, gerade wie Wasser mit Weingeist gemischt leichter, mit Schwefelsäure gesättigt, schwerer siedet als reines Wasser, und deshalb, weil die, in das schon gesättigte Ammoniakwasser eingeführten Ammoniakdämpfe unaufgenommen aus demselben entweichen würden, muß man die Temperatur um so mehr erniedrigen, je mehr man sich dem Sättigungspunkte nähert, thut man dies, so hört auch die Absorbtionsfähigkeit des Wassers für dieses Gas so wenig auf, wie für das Weingeistgas oder für sein eigenes Gas (im gewöhnlichen Leben Spiritusdampf und Wasserdampf genannt).

Die Richtigkeit geht allein daraus hervor, daß, wenn man ein Stück Eis in ein Gefäß mit Ammoniakgas hängt, dasselbe schmilzt, als ob es in die heiße Luft eines Ofens gebracht würde, und die daraus entstandene Flüssigkeit eine bei 0° gesättigte Lösung von Ammoniak in Wasser ist — umgekehrt verjagt Erwärmung das Gas vollständig und nach dem Kochen bleibt nichts als Wasser zurück, genau wie beim Weingeistdampf, welchen man von dem Wasser vollständig abdestilliren kann, so daß nichts als übelriechendes Wasser zurückbleibt (von dem Fuselöl).

Um Ammoniakflüssigkeit in größerer Menge zu erzeugen, bedient man sich des in Fig. 244 zusammen gestellten Apparats. Die Retorte A enthält die Mischung von Kalk und Salmiak, welche durch das Feuer des darunter stehenden Ofens erwärmt wird. An den Hals der Retorte ist ein gebogenes Gasentbindungsrohr gelegt, welches bis auf den Grund einer kleinen dreihalsigen Flasche geht, in welcher

Fig. 244.



nur wenig Wasser enthalten ist, man nennt dieselbe gewöhnlich die Waschflasche, weil sich in derselben die mitgerissenen Spuren von Salzsäure ꝛc. ablagern sollen. Das Wasser in dieser Flasche nimmt natürlich zuerst das Ammoniakgas in größter Menge auf und sättigt sich damit, wobei zugleich eine sehr bedeutende Erhitzung desselben eintritt, dann aber entweicht das Ammoniakgas unverändert und kann in die anderen Gefäße gelangen, wohin es zuerst in die in der Flasche B enthaltene atmosphärische Luft führt, welche unverändert durch das Wasser streicht, dann aber selbst in großer Menge in das Wasser gelangt und von demselben sofort aufgenommen wird. Noch eine dritte Woulff'sche Flasche zeigt der Apparat, sie soll dienen dasjenige, was an Ammoniak etwa aus der zweiten Flasche C entweicht, in der dritten niederzuschlagen. Man würde natürlich, wenn die Operation lange genug fortgesetzt wird, in dieser dritten Flasche D auch eine für die Grade ihrer Temperatur concentrirte Lösung des Ammoniaks im Wasser erhalten, man zieht dem jedoch vor, die Flasche B mit einer anderen zu vertauschen.

Die Ammoniakflüssigkeit wird zum technischen, landwirthschaftlichen, medicinischen, chemischen Gebrauch in solcher Menge consumirt, daß man sie fabrikmäßig darstellt. In diesem Falle kann man nicht mit Glasretorten operiren, erstens ertragen sie nicht die Hitze, welche nöthig wäre um alles Gas aus dem Gemenge von Kalk und Salmiak auszuscheiden, zweitens haftet der Rückstand so hart an dem Glase, daß die Retorte immer verloren ist, welches die Erzeugung der Ammoniakflüssigkeit unnöthig vertheuert.

Um diesem Umstande auszuweichen, verfährt man fabrikmäßig wie folgt. Man mengt nicht Salmiak genau mit der Quantität von Kalkhydrat (geglühter Kalk nur gerade so weit befeuchtet, daß er zu Pulver zerfällt), welche erforderlich ist den Salmiak zu zersetzen, sondern man nimmt beträchtlich mehr Kalk, denn es kommt ja gar nicht darauf an gerade Chlorcalcium zu bilden, sondern alles Ammoniak zu gewinnen, möge doch Kalk unverbunden zurückbleiben, dies ist ja ganz gleichgültig; es kommt hier nur darauf an die Operation zu beschleunigen, alles dieses wird vereinigt durch das von Otto umständlich angegebene Verfahren, dessen berühmtem Werk auch die hierzu gehörige Figur entlehnt ist.

Man mengt 4 Theile gepulverten Salmiak mit fünf Theilen Aetzkalk (mit Wasser befeuchtet und zu Pulver zerfallen) zusammen und rührt dieses Gemenge mit hölzernen Spateln wohl um, man kann um die Mengung noch inniger zu machen, diese Substanzen nach der Vereinigung durch ein grobes Sieb schlagen, es ist jedoch kaum nöthig, denn die fernere Befeuchtung bringt eine noch innigere Mischung hervor.

Zur Entwickelung des Gases bedient man sich eines großen eisernen Kolbens a mit eingeschliffenem eisernem Stöpsel, welcher zwei Durchbohrungen hat, um in eine die Gasentwickelungsröhre, in die andere die Sicherheitsröhre einsetzen zu können. Das erste Rohr führt nach einer Mittelflasche aus dem angegebenen Grunde, diese Flasche selbst hat auch eine Sicherheitsröhre und dann eine dritte, welche aus dem Luftraum derselben in eine Flasche g führt, welche höchstens zu zwei Drittheilen voll ist, weil das darin vorgeschlagene Wasser sich durch das absorbirte Ammoniakgas um die Hälfte seines Volumens vermehren kann. Die Flasche steht auf mehreren Klötzchen, welche zusammen ungefähr die Höhe der Flasche selbst haben, damit man durch Hinwegnahme derselben die Flasche so weit erniedrigen kann, um sie leichter mit einer andern zu vertauschen. Die Röhre f, welche das Gas zuleitet, muß bis auf den Boden gehen, weil die Ammoniakflüssigkeit leichter ist als Wasser oben auf schwimmt, und wenn das Rohr nicht bis an den Boden reicht, bald keine weitere Absorption stattfinden würde.

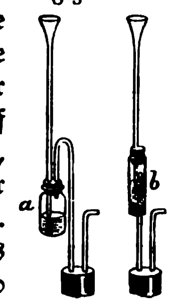
Fig. 245.



Der eiserne Kolben steht mehr als zur Hälfte in dem Ofen, und es ist gut wenn man diesen von oben her so schließen kann, daß der Kohlendampf nicht das Laboratorium fülle, sondern durch ein seitwärts geführtes Rohr in den Rauchfang gehe. In den Kolben wird die Mengung von Kalk und Salmiak gebracht, und dann so viel Wasser dazu gethan, daß sich ein schwer flüssiger Brei bildet. Man setzt nun den eisernen Stöpsel in den Kolben ein und verbindet die Mittelflasche d durch eine bewegliche Röhre b mit dem Kolben. Die Sicherheitsröhre e hat nichts besonderes, allenfalls kann sie oben einen Trichter haben, doch ist es kaum nöthig, die Sicherheitsröhre c in dem Kolben hat die gewöhnliche Form eines gedrückten querliegenden S (∽) mit einem Trichter und einer Kugel in der

itte; da man aber dergleichen nicht überall hat, nicht überall Glasbläser haben sind, so wollen wir nach dem Vorgange Otto's zeigen, wie leicht m sich helfen könne. Es giebt kleine Gläschen mit weiter Mündung, e man sie in der Apotheke gewöhnlich zur Verabreichung der Salben aucht, dort auch wohl Opodeldocgläschen nennt. Durch den Kork mit lchem man dieselben schließt, bohrt man zwei Oeffnungen e a zeigt und setzt in eine die gebogene Röhre, welche s dem Kolben kommt, in die andere Oeffnung diejenige , welche oben den Trichter trägt, unten in das Wasser cht und durch ihre Länge dazu dient, den Druck der auf s Gas statt findet, zu reguliren oder endlich zu gestatten, ß bei vermehrtem Drucke die Flüssigkeit in den Trichter rückt werde und das Gas nunmehr entweichen könne. i Benutzung des Korkes darf man nicht vergessen, daß es en zweierlei giebt, solche die man Spunde nennt, und

Fig. 246.



che die den gewöhnlichen Namen Korke führen, nur diese Letzteren sind zuwenden, die Spunde sind überall wo es auf möglichst luftdichten Verluß ankommt, unbrauchbar. Die Rinde der Korkeiche ist von unzähligen urmlöchern durchzogen, welche alle horizontal laufen (so lange die Rinde Baum haftet, wenn sie abgenommen ist, kann man ihnen natürlich jede ge geben, wir müssen aber für die Beschreibung einen Anhaltepunkt ha-), wenn man nun auf diese Rinde einen Zirkel setzt und dem Zirkellage folgend, einen Cylinder heraus schneidet, der als Stöpsel dienen l, so werden die Wurmlöcher alle von außen in die Flasche führen; che Korke hat man leider immer für große Gefäße, weil die Korkplatten ht dick genug sind, um 4—5 Zoll große Scheiben auf andere Weise raus zu schneiden.

Wenn man aber aus der Rinde ein viereckiges Stück schneidet, und Zirkel auf einer Seite aufsetzt, wo man alle die Linien der Bohrher sieht und dann diesem Zirkelschlage folgend, einen Cylinder ausschnei-, so läuft kein Bohrloch in dem Korke von unten nach oben, von dem en begrenzenden Kreise zu dem andern, sondern alle Bohrlöcher laufen er durch den Kork von einer Seite der Rundung zur andern, so daß, nn der Kork auf der Flasche steckt, die Bohrlöcher alle die Richtung ben, wie an dem Baum selbst, horizontal. Diese Korke schließen luftht, mit diesen schließt man Champagner und kohlensaures Wasser ein, lche allein darf man zu luftdicht sein sollendem Verschluß anwenden und nn sie, wie natürlich nicht in genügender Größe finden kann, muß man Flasche darnach kleiner nehmen. Man erhält sie übrigens in großen rkhandlungen bis zu zwei Zoll im Durchmesser.

Man kann sich solch ein Sicherheitsrohr auch noch auf andere vielleicht noch leichtere Weise bilden. Bei b sieht man zwei Röhren in einen weiten Gascylinder münden, indem sie oben und unten durch fest eingedrückte Korke geführt sind, die untere bis nahe an den oberen Kork, die obere Röhre bis nahe an den unteren reichend. Diese letztere steht im Wasser und dieser kleine Apparat hat vollständig die Wirkung jeder andern theuren Sicherheitsröhre.

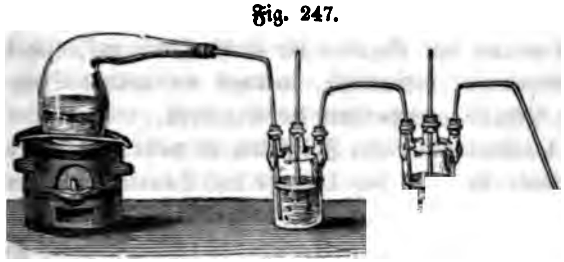
Wenn man nunmehr alles in diese Verfassung gebracht, so setzt man den Apparat fest zusammen. Ist der eiserne Stöpsel gut eingeschliffen in den eisernen Kolben, so sind fernere Verdichtungen eigentlich überflüssig, da dieses jedoch nicht immer zu haben ist, nicht überall so gute Apparate vorhanden sind, so verklebt man die Verbindungen um sie luftdicht zu machen. Diesen Klebestoff nennt man Lutum, gewöhnlicher Kleister thut es in den meisten Fällen, große Kolben und Retorten z. B. für die Gasbereitung lutirt man mit Lehm, für die vorliegenden Zwecke sollen Firniß und Kreide besonders gut anwendbar sein, auch Roggenmehl, Mandelkleie und Wasser wird empfohlen, allein was man auch anwende, es ist von großer Wichtigkeit, daß nichts von dem Lutum in den Kolben gelange, denn es entsteht dadurch ein brenzlicher Geruch, von den zu stark erhitzten öligen Pflanzensubstanzen und dieser trägt sich über auf die Ammoniakflüssigkeit.

Behutsam wird nun mit dem Heizen begonnen und die Hitze wird gesteigert, so wie sich die Gasentwickelung verringert, was man nicht in der Flasche g sondern in der Mittelflasche d sieht, auch pflegt dann in der Sicherheitsröhre der Stand der Flüssigkeit in der Kugel ein anderer zu sein, ist nämlich der Druck sich entwickelnder Gasarten groß, so wird die Kugel beinahe oder völlig leer und es steht eine um so höhere Flüssigkeitssäule unterhalb des Trichters C als der Druck der sich entwickelnden Gase größer ist, dagegen steht die Flüssigkeit in beiden Schenkeln gleich hoch, wenn keine Gasentwickelung mehr statt findet und wird gar die Luftmenge im Innern der Retorte geringer, so steigt die Flüssigkeit aus dem Trichter durch die Kugel hindurch, gegen das obere Knie empor; hieran also kann man erkennen, ob noch Gasentwickelung statt findet. Den Druck selbst den das Gas möglicher Weise ausüben soll, kann man bestimmen, wenn man die Röhren lang macht und Quecksilber statt des Wassers zur Füllung der Kugel nnd des Trichters nimmt, will man nicht gestatten, daß bei starker Gasentwickelung die größere Menge des Gases zu der Sicherheitsröhre hinaus entweicht, vielleicht schon bei dem Drucke eines Sechszigtheils des Druckes des Atmosphäre, was geschähe, wenn z. B. die beiden Schenkel der Sicherheitsröhre nur 6 Zoll lang und mit Wasser gefüllt wären,

macht man die Röhre einen Fuß lang und füllt sie mit Quecksilber, gehört schon ein Druck von einer halben Atmosphäre dazu, um 12— : Zoll Quecksilber zu heben; würde man aber vollends die Schenkel der icherheitsröhren über zwei Fuß lang machen und ihnen Quecksilber zur illung geben, so würde der Dampf im Innern des eisernen Kolbens ›on eine Spannung von einer ganzen Atmosphäre (über den gewöhnlichen ruck, bei welchem die Flüssigkeit in beiden Schenkeln gleich hoch stände) säben müssen um diese Säule zu heben.

Es ist möglich, daß solche Fälle eintreten, wenn z. B. die entwickel: ı Gase eine ganze Reihe von Woulff'schen Flaschen zu durchschreiten tten und sich nicht wie die Figur zeigt durch zwei, sondern durch sechs

Fig. 247.



und mehrere Bahn brechen müßten, durch den fußhohen Wasserstand, so würde die Spannung der Gase :u der Retorte groß sein müssen, ıd für diesen Fall würde man entweder keine Sicherheitsröhre anwenden, . dies aber nicht blos gefährlich ist, sondern auch jede Möglichkeit der eurtheilung abschneidet, so würde man die Sicherheitsröhre anwenden, er mit Quecksilber füllen müssen.

Die auf dem vorgeschlagenen Wege gewonnene Ammoniakflüssigkeit hat dem mehrsten Fällen einen, für den gewöhnlichen Gebrauch zu großen nmoniakgehalt, dies kann man nach Belieben dadurch regeln, daß man ıtweder viel Wasser in die Vorlage bringt oder das bei wenigem ge: ›nnene concentrirte Präparat nachher mit destillirtem Wasser verdünnt. ı den Apotheken wird die Flüssigkeit gewöhnlich so weit mit dem Gase schwängert, daß sie 10 Procent Ammoniak enthält, man hat dieselbe er oft bis auf 25 concentrirt und man kann, wie vorher bereits aus: ıander gesetzt, die Concentration viel weiter treiben; nach der Concen: ation richtet sich der Siedepunkt, der aber während des Kochens immer her wird; je mehr Ammoniak in den Wasser vorhanden, desto niedri: r ist der Siedepunkt, je mehr aus solcher Flüssigkeit verdampft, desto :niger Ammoniak ist darin vorhanden, desto höher wird der Siede: ınkt, denn es wird immer mehr Ammoniak verjagt als Wasser, endlich enn alles Wasser vertrieben ist, siedet die Flüssigkeit bei 100° weil sie ır reines Wasser ist.

Schon die Flüssigkeit, welche nur 10 Procent enthält, riecht so durchdringend, daß sie schneidend in die Nase fährt, wenn man ein wenig unvorsichtig beim Anriechen ist, auf die Zunge gebracht, zieht sie Blasen und löst die Haut ab, sie ätzt vollständig wie Aetzkali oder Aetznatron, darum muß man auch in der Anwendung vorsichtig sein, besonders bei Anwendung derselben bei lebenden Thieren. Sie ist z. B. ein treffliches und sicheres Mittel gegen das tödtliche Aufblähen des Viehes durch Fressen frischen Klees — man weiß, daß sich dadurch eine große Menge Kohlensäure in den Eingeweiden der Wiederkäuer entwickelt (besonders diese unterliegen der Krankheit, Pferde weniger); wenn man im Stande wäre, diese zu resorbiren, so könnte man das Uebel beseitigen. Es geschieht, wenn man dem Vieh eine mit Wasser sehr verdünnte Ammoniakflüssigkeit in Menge einflößt. Das Ammoniak nimmt mit Begierde die Kohlensäure auf, sich damit zu kohlensaurem Ammoniak verbindend, welches ein mildes Salz ist und mit der beseitigten Ursache verschwindet die Krankheit.

Die Kupferstecher bedienen sich dieser Flüssigkeit in mehr concentrirtem Zustande beim Aetzen ihrer Platten; die Dämpfe der Säuren, mit denen sie zu thun haben, sind sehr beschwerlich und da sie direct in die Lungen dringen, so können sie nicht nur beschwerlich, sondern sehr gefährlich werden; stellt man flache Gefäße mit möglichst concentrirter Ammoniakflüssigkeit neben und um die mit Säuren übergossenen Kupfertafeln her, so werden die aufsteigenden Dämpfe der Säuren mit den noch viel rascher aufsteigenden und sich verbreitenden Dämpfen des Ammoniaks zusammentreffen und Alkali und Säure sich zu einem Salz verbinden müssen, welches aufhört schädlich zu sein. Der Verfasser führt dies nicht als eine besondere Merkwürdigkeit an, denn der Vorgang ist durchaus natürlich und gesetzlich, er führt es an, um zu fragen, wie es wohl kommen möge, daß nicht alle Kupferstecher es so machen! Die meisten wissen gar nichts davon; die technischen Hülfsmittel seines Gewerbes oder seiner Kunst sollte wohl ein Jeder kennen.

„Das ist's ja, was den Menschen zieret,
Und dazu ward ihm der Verstand."

Nicht nur vom Künstler, vom Handwerker, wird jetzt und mit Recht, gefordert, daß er nicht nach altem Brauch, sondern nach vernünftigen Regeln arbeite, daß er wisse, was er thue.

Zu dieser in den technischen Künsten häufig angewandten wäßrigen Ammoniakflüssigkeit kommt in der Medicin noch eine geistige, welche den Namen Liquor ammonii caustici spirituosus führt und ganz auf dieselbe Weise gewonnen wird, wie die wäßrige Flüssigkeit; man leitet die Ammoniakdämpfe von drei Theilen Salmiak durch rectificirten Weingeist in

r Quantität von vier Theilen auf jene drei Salmiak; kalt erhalten, nimmt r Weingeist alles Ammoniak auf und bildet damit eine wasserhelle Flüssigkeit von 0,79 specifischem Gewicht, welche äußerst flüchtig und ätzend ist, rdünnt eingegeben aber für ein sehr kräftiges Reizmittel des thierischen rganismus gilt.

Gegen einige Metalle verhalten sich die Ammoniakdämpfe ganz eigenümlich. Wir haben bereits gesagt, daß Kupfer und Eisen in glühendem ustande, über welches man Ammoniakgas leitet, dadurch spröde und brüchig erden, ohne daß man eine Verbindung zwischen dem Metall und dem tickstoff nachweisen könnte; anders ist es, wenn Eisen oder Kupfer erhitzt ber nicht bis zum Rothglühen) einem dauernden Ammoniakstrom ausgest werden; sie lockern sich auf, werden dicker, zersetzen vollständig das Amoniakgas und nehmen merklich an Gewicht zu, gehen in Stickstoffverbinngen über. Die Thatsache selbst ist von Savart und Despretz*) tdeckt worden, allein Zahlenwerthe sind noch nicht festgestellt.

Die Ammoniakflüssigkeit löst verschiedene Metalloxyde auf, allein da ir bis jetzt von den Metallen noch gar nicht gehandelt, so müssen wir e Betrachtung dieser Verbindungen bis dahin verschieben, wo wir von n Metallen und ihren sauren und alkalischen Verbindungen sprechen rden.

Ammonium.

Der Stickstoff bietet uns noch eine Verbindung mit dem Wasserstoff, lche aber nicht isolirt, sondern nur im Verein mit Sauerstoff als ein yd dargestellt werden kann. Wenn zu dem Aequivalent Stickstoff mit ei Aequivalenten Wasserstoff ein Aequivalent Wasser kommt, so entsteht ser Körper, indem er sich mit dem Wasserstoff des Wassers in Amonium (4 HN) verwandelt, wodurch der Sauerstoff (O) abgeschieden rden würde, in dem Augenblick aber, wo durch die Zerlegung des assers ein neuer Körper, Ammonium entsteht, wird Sauerstoff in den atus nascens versetzt, d. h. wird frei und kann auf die günstigste Weise e Verbindung eingehn und diese besteht darin, daß der neue Körper, nmonium, oxydirt, in Ammoniumoxyd verwandelt wird.

---

*) So schreibt Pelouze den Namen, wiewohl dies durchaus keine französische Schreibart ist, die ganze Sprache hat kein Wort, welches mit tz endete.

Bevor wir weiter hiervon und von einer großen Menge anderer Verbindungen sprechen, müssen wir einige allgemeine Begriffe festzustellen suchen.

Säuren, Basen, Salze.

Wir haben in dem Vorhergehenden lediglich bei Betrachtung dreier Elemente schon einige ganz auffallende Verbindungen und in diesen Verbindungen auffallende Gegensätze kennen gelernt. Da sind uns feste, flüssige und luftförmige Körper vorgekommen, da haben wir gesehen, daß ein und derselbe Körper alle drei Aggregatformen durchwandern kann, daß Druck und Temperatur die Bedingungen dieser äußeren Erscheinungen sind. Wir haben ferner gesehen, daß es Körper giebt, die man Oxyde, die man Säuren, Basen, Alkalien, die man Salze nennt.

Um nicht immerfort ins Blaue zu greifen, um nicht mit Windmühlen zu kämpfen, müssen wir feststellen, was wir darunter verstanden wissen wollen und was für Gesetzen diese Verbindungen unterliegen.

Beinahe alle Körper des Erdballs bestehen aus Verbindungen derjenigen Dinge, welche wir als Elemente bezeichnet haben, unter einander und zwar am allgemeinsten sind die Sauerstoffverbindungen, ihnen folgen die Verbindungen von Wasserstoff und Kohlenstoff in den Pflanzen und zu den drei gedachten endlich die Stickstoffverbindungen in den Pflanzen und thierischen Körpern.

Man darf natürlich nicht glauben, daß die ganze Erde nur aus solchen doppelten oder drei- und mehrfachen Verbindungen bestehe; obgleich die Elemente eine natürliche Neigung haben, sich zu erfassen, so finden wir dieselben doch in der ungeheuersten Ausdehnung auch noch isolirt vor, nur muß man nicht glauben, daß diese isolirt auftretenden Elemente etwa Sauerstoff und Wasserstoff, Jod, Chlor, Brom &c. wären; diese haben eine viel zu lebhafte Verwandtschaft zu unzähligen andern Körpern, als daß sie vereinzelt bestehen könnten, wohl aber findet man gediegen, d. h. unvermischt mit andern Dingen, den Schwefel, die Kohle und alle edlen Metalle (vor einem halben Jahrhundert würden wir haben sagen können: und alle eigentlichen Erden, die jetzt als Metalloxyde fungiren).

Was aber nicht zu dieser Klasse von Körpern gehört, kommt nicht rein und nicht vereinzelt vor, sondern ist immer mit Sauerstoff, Wasser-

toff, Schwefel, Chlor, Phosphor ꝛc. ꝛc. verbunden, ist nicht mehr ein Element.

Zwei solche Verbindungen können wieder eine Verbindung mit ein
nder bilden, auch eine solche Verbindung mit einem Element und aus
dieser zwiefachen, dreifachen, vierfachen Verbindung besteht das Ding, was
wir „Erde“ nennen und wozu wir, d. h. wir Thiere und Pflanzen gehören,
davon wir einen integrirenden Theil bilden (nur mit ihren vegetabilischen
und animalischen Bewohnern und mit der sie umgebenden Lufthülle erfüllt
ie den Begriff „Erde“ und wir wohnen nicht auf ihr, sondern in ihr, in
dem noch zehn Meilen über unsern Häuptern Erde ist, wenn auch nicht
Sand und Stein, so doch andere ihrer Theile, Luft und Wasser).

In einem Münzcabinet ordnet man die Münzen nach goldenen, sil
bernen und kupfernen, dann die goldenen nach persischen, griechischen,
römischen, byzantinischen, arabischen und so weiter herabwärts oder ver
kehrt auch umgekehrt, man ordnet sie nach persischen, griechischen und macht
hier die Unterabtheilungen golden, silbern, kupfern. In einer Sammlung
von ausgestopften Thieren wird man Vögel, Säugethiere, Amphibien und
und Fische unterscheiden, dann wird man Land und Wasservögel, Land
und Wassersäugethiere und so weiter absondern, um sich den Ueberblick zu
erleichtern — man classificirt.

Nun ist zwar die Natur eben so wenig eine Freundin von Systemen
wie von Ausnahmegesetzen und da es der Allweisheit eines über alle
Welten regierenden Wesens unwürdig wäre, nach Zufall und Launen an
zuordnen und zu regieren, da wir auch die weisesten und unumstößlichsten,
mit mathematischer Schärfe bestimmten Gesetze in tausenden von Fällen
wahrnehmen, so können wir da, wo wir Ausnahmen zu finden glauben,
wo die Dinge nicht in unsere Systeme passen, durchaus nicht sagen,
das sei ein Ausnahmefall, das sei gegen das System; wir dürfen nur
sagen, das scheint uns eine Ausnahme, das passe nicht in unser System,
und wir haben also das Wahre, Durchgreifende noch nicht gefunden, was
uns kurzsichtigen Geschöpfen auch gar nicht zu verdenken ist; aber eben so
wenig, wie wir überall die wirklichen Gesetze der Natur aufgefunden haben,
eben so wenig wie wir überall die rechten Glieder des Systems [illegible]
nicht überhaupt gar nicht das richtige System entdeckt haben, [illegible]
Naturerscheinungen zum Grunde liegt, eben so sehr ist es [illegible]
Fülle der Erscheinungen für uns ein Bedürfniß, zu versuchen, [illegible]
nicht ein System aufstellen können, welches uns die Ueber[illegible]

Dies ist wiederholt geschehen, so ein System hat eine [illegible]
halten, dann bekam der alte Rock Löcher und mußte [illegible]
wurde ein neuer Kragen, da ein Paar neue Aermel[illegible]

manchmal recht geschickt, manchmal von einem wahren Pfuscher, dessen Arbeit man sofort von der älteren, gediegeneren unterschied bis endlich der ganze Rock auseinanderfiel und man genöthigt war, sich einen andern machen zu lassen, wozu man sich schwer genug entschloß, weil der alte sich schon so hübsch nach dem Bedürfniß gedehnt und gestreckt hatte, überall weit genug war, nirgends mehr klemmte und scheuerte, was man von dem neuen nicht gerade erwarten durfte.

Daher hatte man auch in der Chemie den alten Rock der Araber mit dem der Paracelsisten, diesen mit dem von Stahl zugeschnittenen vertauscht, daher hatte nun wieder Lavoisier zu einem neuen Maaß genommen, worauf Davy und Berzelius anfänglich im Streit gegen einander, doch zuletzt gemeinschaftlich einen neuen Rock verfertigten — wer weiß, wie lange er halten wird.

Aber das Lavoisier'sche System war eine große Bequemlichkeit allen Freunden des Wissens, denn es lehrte doch endlich, wie Säuren und Erden entstehen — die Säuren sind zusammengesetzte Körper, in denen der Sauerstoff einen Hauptbestandtheil bildet; das Radical Schwefel verbindet sich mit dem Sauerstoff zu Schwefelsäure, das Radical Phosphor mit dem Sauerstoff zu Phosphorsäure.

Nun findet man aber plötzlich eine Säure, die keinen Sauerstoff hat — was nun? — da ist ein Loch in dem neuen Rock — es bleibt nichts übrig, wenn man ihn nicht fortwerfen will, als einen tüchtigen Flicken darauf zu nähen und zu sagen: nicht blos der Sauerstoff, sondern auch der Wasserstoff bildet Säuren und so hat man denn eine ganze Klasse von Säuren, die von ihrem säuernden Prinzip (welches eben nicht der Sauerstoff ist) den Namen „Wasserstoffsäuren" haben.

Aber nicht alle Sauerstoffverbindungen sind Säuren! Es giebt im Gegentheile eine viel größere Menge, die nicht Säuren sind. Der Sauerstoff mit dem Stickstoff bildet eine Säure, die Salpetersäure; der Sauerstoff mit dem Eisen bildet ein Oxydul, ein Oxyd, ein Ueberoxyd.

Das ist auch noch nicht richtig; denn der Sauerstoff mit dem Stickstoff bildet auch ein Oxydul und ein Oxyd, welche beide keine Säuren sind und der Sauerstoff mit dem Eisen bildet auch eine Säure.

Der Wasserstoff ferner bildet zwar mit dem Chlor, dem Fluor, dem Jod und anderen Körpern Wasserstoffsäuren, aber er bildet mit dem Stickstoff keine Säure und mit dem Sauerstoff selbst keine Säure, sondern einen indifferenten Körper, das Wasser.

Wie sehen, wie schwer es da sein wird, ein durchgreifendes System aufzustellen; vielleicht thun wir besser, die Acten für „noch nicht sprech-

‚" zu erklären und uns statt eines Systems mit einer Nomenclatur zu nügen!

Die allermeisten Elemente verbinden sich mit dem Sauerstoff, viele dem Wasserstoff, einige mit dem Stickstoff: von den Elementen, welche mit dem Sauerstoff verbinden, haben viele die Eigenschaft des Aetzens, sauren Geschmackes, die Fähigkeit, blaue Pflanzenfarben zu röthen, ie nennt man Säuren. Viele andere haben die Eigenschaft des zens, besonders für organische Substanzen in hohem Grade, aber sie necken nicht sauer, sondern laugenartig scharf, auch färben sie nicht ue Pflanzenfarben roth, sondern im Gegentheil eine durch Säuren ge- ꝛete Pflanzenfarbe wird dadurch wieder blau. Das durch Curcumma r Rhabarber gelb gefärbte Zeug oder Papier machen diese Substanzen un, was durch Anwendung der Säuren nicht geschieht. Solche Sauer- fverbindungen nennt man Alkalien.

Nun giebt es aber Verbindungen, welche weder Alkalien noch Säuren , wie z. B. das Wasser; diese nennt man indifferent.

Es giebt aber auch Wasserstoffverbindungen, welche sauer schmecken Lackmuspapier röthen; nun das sind auch Säuren. Es giebt aber) Wasserstoffverbindungen, welche das Curcummapapier bräunen, die anischen Substanzen zerstören, laugenartig schmecken; nun das sind auch alien. Es giebt aber auch Wasserstoffverbindungen, welche weder lisch, noch sauer wirken! ganz recht — so ist es — diese nennt man n auch indifferente Körper.

Wir haben nun auch eine Art von System, aber eins mit sehr großen schen und es wird nicht leicht werden, den Chemiker darin zu fangen, rend umgekehrt er selbst sehr wohl die ihm brauchbaren Gegenstände in festhalten wird.

Wir nennen alle sauerwirkende Körper Säuren, alle alka isch wirkenden Alkalien und prätendiren gar nicht zu sagen, dieselben ssen so und so zusammen gesetzt sein, da sie Säuren sind, sondern fragen: wie sind sie zusammen gesetzt; sehen in jedem einzelnen [illegible] ekannten Falle genau nach, hüten uns mit einem Vorurtheil [illegible] en, sondern geben erst ein Nachurtheil ab; dies ist die [illegible] t und sie hat bisher zu lauter guten Resultaten geführt. [illegible] ine geehrten Leser, können jetzt ungehindert von Säuren [illegible] ifferenten Körpern sprechen. [illegible]

Säuren oder Alkalien sind einfache Verbindungen [illegible] schiedener Art. Man nennt solche „Verbindungen [illegible] ng“, Eins mit Einem (möglicher Weise Eins [illegible] es Anderen, aber doch immer nur eines [illegible] halben

deren). So ist Salpetersäure eine Verbindung **erster Ordnung**, aus einem Dinge Stickstoff und aus einem fünffach so großen Dinge Sauerstoff. So ist Ammoniak eine Verbindung **erster Ordnung**, aus Stickstoff und dreimal so viel Wasserstoff. Das eine ist eine Säure, das andere ein Alkali, ihre Eigenschaften sind durchaus entgegengesetzt.

Wenn man in ein kleines Gläschen Veilchenshrup gießt und man bringt einige Tropfen einer Säure dazu, so wird der violette Shrup roth. Bringt man in ein anderes Gläschen eben solchen Shrup, gießt nun aber eine Auflösung eines Alkali dazu, so wird der Shrup grün. Trotz der vorhandenen Süßigkeit schmeckt das eine limonadenartig säuerlich, das andere scharf, ätzend unangenehm laugenartig.

Man gießt beide Flüssigkeiten zusammen; alsbald ist die grüne Farbe der einen, die rothe Farbe der anderen Flüssigkeit verschwunden, der zusammen gegossene Shrup sieht wieder veilchenblau aus und der alkalische wie der saure oder säuerliche Geschmack ist verschwunden, beide Verbindungen haben ihre Wirkung gegenseitig zerstört.

Das ist etwas der Beobachtung Entnommenes, aber so weit wir die Körperwelt kennen, **ganz allgemein** Gültiges; das ist der Gegensatz, von welchem wir vorhin sprachen, der zwischen Säuren und Alkalien besteht. Der logische Gegensatz wird durch „nicht" bezeichnet; der logische Gegensatz von Säure ist „nicht Säure", der logische Gegensatz von schwarz „**nicht schwarz**", von groß „**nicht groß**"; keineswegs so im gewöhnlichen Leben, wo man die Gegensätze „schwarz und **weiß**", groß und **klein**, sauer und süß, kennt, keineswegs so in der Chemie, wo man die Gegensätze sauer und **alkalisch**, weich und **hart**, spröde und **dehnbar**, fest und **flüssig** &c. kennt. Auf diese Gegensätze nun stützt sich ein großer Theil der Lehren der Chemie und so ist es unter andern mit Säure und Alkali, welche in dem allerschroffesten Gegensatze stehen, d. h. in einem solchen strengen und starken Gegensatz, daß sie sich, wie die beiden berühmten Löwen, gegenseitig vertilgen und von keinem derselben etwas übrig bleibt. Säuren und Alkalien haben bestimmte Eigenschaften, an denen sie deutlich zu erkennen sind; Säuren und Alkalien stehen zu einander in einem so merkwürdigen Verhältniß, daß beide die sie charakterisirenden Eigenschaften verlieren, nicht etwa andere annehmen, sondern gewissermaßen keine haben; als Säuren und Alkalien nicht gewissermaßen, sondern thatsächlich, Säure und Alkali ist verschwunden, sowie beides mit einander in Berührung kommt. Wir kennen bis jetzt nur eine Säure, die Salpetersäure und nur ein Alkali, das Ammoniak; aber diese eine Säure, wie jede andere, geht mit diesem einen Alkali, wie mit jedem andern, eine Verbindung ein, aus welcher in dem vorliegenden speciellen Falle salpeter-

s Ammoniak hervorgeht, ein neuer Körper, ein Salz, an welchem keine Spur der Säure und keine Spur des Alkalis zu entdecken ist, schon vielleicht eine stärkere Säure die Salpetersäure vertreiben — das ist möglich, das wissen wir noch nicht, vielleicht beruht hier- ein wichtiger Theil der Chemie, wir werden es im Laufe dieses Bu- erfahren, allein dies wollen wir vorläufig fest halten, daß in dem die Eigenschaften der beiden Körper, welche das Salz bilden, ver- nden sind.

Alle Alkalien sind Metalloxyde (auch das Ammoniak macht vielleicht on keine Ausnahme, wenigstens läßt Ammonium sich mit dem Queck- : zu einem Amalgam verbinden), aber nicht alle Metalloxyde sind Al- i. Nicht alle Metalloxyde verbinden sich mit allen Säuren, aber verbinden sich alle Metalloxyde mit Säuren und alle Säu- mit Metalloxyden und diese Metalloxyde, welche sich so mit Säu- verbinden, nennt man Basen und so sind auch die Alkalien Basen und man von starken und schwachen Basen spricht, so sind die Alkalien :, ja die stärksten Basen, denn sie verbinden sich auf das Lebhafteste den Säuren.

Die Verbindung einer Säure mit einer Base giebt ein Salz, sind Verhältnisse der Säure und der Base so abgemessen, daß die Verbin- alle Kennzeichen der früheren einzelnen Körper gänzlich verliert, so as daraus hervorgehende ein Neutralsalz. Nun aber giebt es , wo doppelt so viel Säure oder doppelt so viel von der Base vor- en ist, als zur Bildung eines Neutralsalzes erforderlich, dann heißt Salz ein saures oder ein basisches; die Verhältnisse der Säure, Base können auch andere sein; es braucht nicht gerade doppelt so viel, rn nur mehr zu sein als nöthig um ein neutrales Salz zu bilden, dem aber muß doch wieder eine bestimmte Menge des einen oder des ren vorhanden sein, denn beliebig viel mit beliebig viel giebt wohl eine ung eine Mischung, aber keinen neuen chemischen Körper. Wenn wasserfreie Salpetersäure mit einem ganz bestimmten Antheil Wasser ht, so bekommt man einen neuen Körper Salpetersäurehydrat, mit al so viel Wasser, erhalten wir ein zweites Hydrat, aber mit fünf mit 10—15 und beliebig viel, wohl eine verdünnte Säure, aber kein at, keinen neuen chemischen Körper; so ist es mit den Säuren und n, es giebt ein schwefelsaures Kaliumoxyd, ein anderthalbfach und ein ach schwefelsaures Kaliumoxyd, aber nicht ein vierfach, fünffach, sechs- ures; das charakterisirt eben die chemischen Verbindungen, daß sie in mten Grenzen sich bewegen. Branntwein kann man mit Wasser, en von 1 Procent bis 99 Procent durch alle Abstufungen der Halben

und Viertelprocente. Silber kann man mit Kupfer, Blei mit Zinn zusammen schmelzen in jedem beliebigen Verhältniß, das erstere thun die Silberarbeiter und sie nennen solches versetztes Silber zwölflöthig, vierzehnlöthig, wenn unter dem Silber zu 12 Loth vier Loth Kupfer oder zu 14 Loth zwei Loth Kupfer genommen; mit Blei versetzen die Zinngießer das edlere, theuere Metall, man nennt das eine Legirung, aber es sind keine eigenen chemischen Körper, sondern Gemenge von zwei verschiedenen, die auch nachher noch gesondert werden können, indem man z. B. versetztes Silber in Schwefelsäure kocht, welche das Kupfer von der Oberfläche wegnimmt und das Silber darauf liegen läßt, versetztes Gold mit Salpetersäure behandelt, welche das Kupfer oder das Silber aus der Legirung zieht und das Gold auf der Oberfläche zurückläßt, indeß im Innern die gemengte Masse unverändert verbleibt — der Goldschmied nennt diese Operation färben — lauter Operationen die mit, durch Basen und Säuren gebildeten Körpern, mit Salzen nicht vorgenommen werden können, indem sie in ganz bestimmten Verhältnissen zusammengesetzt sind und zerfallen, zerlegt werden, so bald man durch stärkere Säuren oder Basen diese Verhältnisse stört.

Wir sehen oben, daß eine Verbindung zweier Elemente eine solche ist, die wir mit „Verbindung erster Ordnung" bezeichnet haben. Eine Säure, ein Alkali, ein Metalloxyd, überhaupt eine Base, ist eine Verbindung erster Ordnung.

In einem Salz sind zwei Verbindungen erster Ordnung zu einem neuen Körper zusammen getreten und diese nennt man „eine Verbindung zweiter Ordnung" solche, wo ein Element mit einer Säure zusammentrete, giebt es nicht, es giebt kein schwefelsaures Eisen, sondern nur schwefelsaures Eisenoxydul oder Eisenoxyd, es giebt kein schwefelsaures Kupfer, sondern Kupferoxyd.

Doppelsalze sind Verbindungen eines Salzes mit einem andern, man nennt diese „Verbindungen dritter Ordnung," wir können uns diese drei Verhältnisse an einem Beispiele leicht klar machen, Schwefel mit Sauerstoff, Kalium mit Sauerstoff, Magnesium mit Sauerstoff, bilden einfache Verbindungen erster Ordnung, welche nach einander heißen, Schwefelsäure, Kali und Magnesia.

Schwefelsäure mit Kali, bildet ein Salz, schwefelsaures Kali; das ist eine Verbindung zweiter Ordnung. Schwefelsäure mit Magnesia bildet ein Salz, schwefelsaure Magnesia das ist gleichfalls eine Verbindung zweiter Ordnung.

Nun vereinigt sich aber schwefelsaures Kali mit schwefelsaurer Magnesia zu einem Doppelsalz, dies ist eine Verbindung dritter Ordnung.

Wenn man nun allenfalls zugeben will, daß die Verbindungen dritter nung mit Wasser besondere Körper bilden, so kann man diese Verungen vierter Ordnung nennen, gewöhnlich aber schließt man diese aus sagt: es giebt keine complicirteren Verbindungen als die, von zwei ppelpaaren zu einem vierfachen Paare und diese Verbindungen dritter nung sind also die letzten.

Den Begriff der Salze werden wir, nachdem wir Chlor, Jod ꝛc. en gelernt haben, sehr erweitern müssen, allein den Begriff der Verungen erster, zweiter und dritter Ordnung keineswegs, vermöge der en Einfachheit in den Gesetzen der Chemie, stimmen die hier angenen Regeln, vollständig auch zu den später kennen zu lernenden Verungen.

Wir wollen nun in der Betrachtung der Elemente weiter vorschreiten finden uns zunächst liegend, den:

Schwefel. S.

Dies ist einer jener Körper, welche in den Köpfen der alten Chemiund Alchymisten große Unordnungen, große Verwüstungen angerichtet n. Er ist schon seit Jahrtausenden bekannt und man hat schon lange Plinius, der sein und seiner mannigfachen Anwendung erwähnt, verden ihn zu gewinnen, abzuscheiden, ihn zum Bleichen besonders seideund wollener Kleiderstoffe zu benutzen, aber man hat auch versucht ihn Verwandlung des Silbers oder Quecksilbers in Gold anzuwenden, man weil er brennbar ist, ihn als das Grundprinzip alles Brennbaren und brennenden „einen Schwefel" genannt und ihm manche Ehre angethan, n er wahrlich nicht theilhaftig. — Jetzt kennt man ihn genauer, nennt ein Element, weil man ihn nicht zerlegen kann, studirt seine Eigenften und seine Verbindungen, und so geehrter Leser wollen wir es auch jen.

Der Schwefel ist ein Naturkörper, welcher in allen vulcanischen Geen, gediegen, zum Theil in krystallisirtem Zustande als gelbes, durchiges Mineral vorkommt; er hat die Form eines rhombischen Octaeders, . eines Körpers mit acht dreieckigen Flächen, welche zwei Pyramiden en, die mit ihrer Grundfläche an einander stoßen, wobei jedoch die Li aus denen die Dreieck gebildet worden, nicht gleich lang sind. Es eht hieraus ein beiderseitig zugespitzter Körper oder auch eine lange

Säule, welche nur auf einer Seite mit einer Pyramide zugespitzt ist, indem die andere Spitze in dem Boden wurzelt, aus welchem der Krystall heraus gewachsen ist, in dieser Gestalt erhält man ihn gewöhnlich, wenn man die Krystalle durch Schmelzen des Schwefels und durch langsames Erstarren der Masse künstlich gewinnt.

In früheren Zeiten glaubte man den Schwefel nur am Aetna heimisch und gewiß ist, daß noch jetzt die größte Menge desselben aus Sicilien herkommt. Mac Culloch giebt an, daß dieses neun Zehntel betrage, allein vereinzelt steht Sicilien nicht mehr, denn zuvörderst ist der Schwefel als ein vulkanisches Product allen Vulkanen eigen, zeigt sich also auf den feuerspeienden Bergen der Südsee und des amerikanischen Festlandes so gut wie am Vesuv und am Aetna, dann aber kommt er auch auf vielen anderen Punkten in Croatien, in Polen, in Mähren, in Hannover vor, theils auch gediegen im Geschiebe und Gerölle als erdiger Schwefel Körner bildend, theils im Flötzgebirge, in Nestern und Knollen, besonders im Kalk, im Gyps und im Mergel.

Vorzugsweise wird er nun allerdings in Italien gegraben oder auf andere Art gewonnen, in den vulkanischen Spalten findet man ihn nicht selten in ganzen Wagenladungen auf das schönste krystallirt, von woher denn die Schwefelkrystalle oder Stufen, Drusen der Mineralkabinete kommen, nächstdem wird er eben daselbst in den sogenannten Solfataren als weißer Anflug von den Steinen gekratzt, durch trockene Destillation gereinigt und dann in Stangen gegossen, endlich aber wird er auch gegraben, durch Schlemmen von der anhängenden Erde gereinigt und nun eben so behandelt, wie der vulkanische.

Diese Behandlungs- oder Darstellungsart ist folgende. Die Asche der Solfataren, welche mit Schwefel durchzogen ist, die Erde in welcher er sich findet, der Gyps oder Kalk in welchem der Schwefel lagert, wird in große irdene Töpfe gethan, welche man nach und nach erhitzt. Der Schwefel schmilzt und bringt an die Oberfläche, von wo er mit großen Kellen abgeschöpft und in Gefäße von Sturzblech gegossen wird, aus denen er sich leicht löst. Dies ist die ordinärste Art, der Rohschwefel, man kann so nur in Italien operiren, wo mit der alten Herrlichkeit jede Spur von Industrie verschwunden ist, und wo selbst die Landwirthschaft noch auf demselben Punkte steht, wie Aeneas sie fand als er von Carthago dorthin kam und wo die Ackerwerkzeuge noch dieselben sind, welche Virgil vor 2000 Jahren in seiner Georgica beschrieb. Es bleibt nämlich in der Erde des Rückstandes beinahe eben so viel Schwefel, als man durch die Erhitzung auf die Oberfläche getrieben hat und der abgeschöpfte Schwefel ist durchaus unrein. Deutsche, die nach Sicilien gewandert sind um dort den

ergbau auf Schwefel zu betreiben, haben Schätze gezogen aus dem, was e dummen Sicilianer fortgeworfen haben.

Um den Rückstand zu gewinnen, überhaupt aber um den Schwefel n seinen Beimengungen zu sondern, es mögen dieselben in den Rückinden der vorhergegangenen Schmelzung bestehen, oder sie mögen überupt die Erde, das Lagergestein umfassen, geht man gleich zur trockenen estillation über.

Man läßt sich von ge- hnlichem Töpferthon Geirre formen, welche den ıtersätzen zu den Zuckerhüten den Zuckerfabriken gleichen, r daß sie seitlich ein Ausßrohr haben und zwar wird e eine Hälfte so gestaltet,

Fig. 248.



ß dieses Rohr sich abwärts neigt, die andere so, daß es aufwärts gehtet ist. Diese letzteren haben auch einen Hahn in der Nähe des Bons, oder eine Oeffnung, die man mit einem Thonpfropfen verstopft.

Es wird nun ein Ofen, aus einem einfachen Gewölbe bestehend, gemauert und so lang gestreckt, als die Anlage erfordert. Die Figur igt den Querdurchschnitt eines solchen und zeigt auch, wie zwei Krüge icken an Rücken darin stehen, auf einem kleinen Gemäuer, so hoch, ß die Feuerung, zwischen dem Gemäner liegend, die Töpfe ganz umielen kann; man sieht ferner, in welcher Weise zwei solche Krüge, der ie mit auf-, der andere mit absteigendem Halse oder Ausgußrohr verıigt sind und man sieht auch, weshalb die verschiedene Stellung der ilse nöthig — es ist Retorte und Vorlage.

Die Zeichnung giebt die ganz rohe Anordnung, wie sie in Italien, Croatien gebräuchlich, wie die Bauern dort sich diese selbst von ungeannten Ziegeln aufbauen und wie die Anlage, halb in der Erde liegend, ch zu dem Zwecke vollkommen ausreicht. Die Töpfe, welche als Rete dienen, ragen mit dem weiten Halse zum Ofen hinaus und sind dort t einem Deckel verschlossen, welcher mit Lehm befestigt ist; dieser weite ıls dient, um das Schwefelerz — wenn man es so nennen darf — nt, um die schwefelhaltige Erde einzutragen und später den Rückstand rausnehmen zu können, ohne Zeit und Brennmaterial zu verlieren; ßte man nämlich nach der jedesmaligen Destillation warten, bis der en und die Töpfe abgekühlt sind, so würde für eine Arbeit von ein paar unden immer ein ganzer Tag verloren sein und das Brennmaterial, ıs verwendet würde, um den Ofen von Neuem zu heizen, die Töpfe von

Neuem beinahe in Gluth zu bringen, wäre gradezu vergeudet; so bleiben die Töpfe in ihrer Temperatur, der Ofen verliert nichts und die Operation wird nicht unterbrochen.

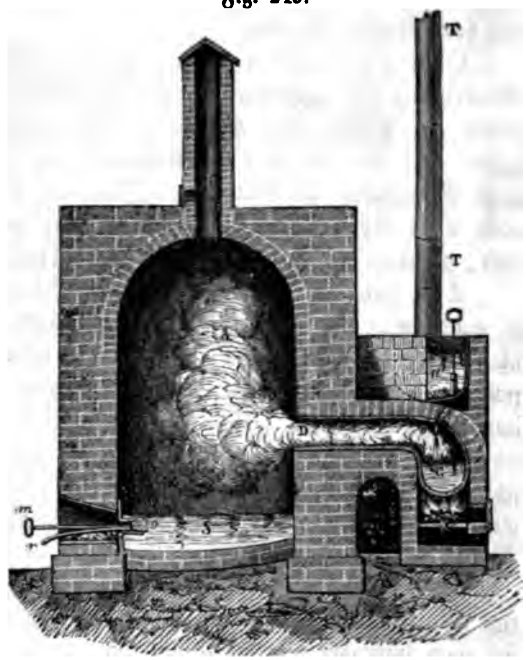
Der niedergehende Hals einer jeden Retorte ragt aus einer Seitenöffnung des Ofens heraus und verbindet sich dort mit dem aufwärtsgehenden der Vorlage; auch hier dichtet man die Verbindung mit nassem Lehm. Wenn nun die Hitze stark genug geworden, so destillirt der Schwefel in die Vorlagen und da diese sehr nahe an dem Ofen stehen, sind sie heiß genug, um den Schwefel flüssig zu erhalten, so daß man ihn von Zeit zu Zeit ablassen kann, dazu sind längs des Ofens, der fünfzig, hundert auch mehr Töpfe in zwei Reihen enthält, Gräben gezogen, in denen Kübel mit Wasser stehen, grade unter den Zapflöchern der Vorlagen; diese nehmen den Schwefel auf und so in Stücken, wie sie sich dort bilden, kommt er in den Handel, aber gleichfalls als Rohschwefel, denn rein ist er keineswegs. Der Vortheil dieser Art zu operiren, liegt darin, daß man doppelt so viel Schwefel aus derselben Menge von Schwefelerde oder von erdigem Schwefel erhält, als bei dem zuerst angeführten Schmelzungsprozesse und daß man, wie gesagt, den Rückstand, welchen die sicilianischen Schwefelschmelzer übrig lassen, noch lohnend verwerthen kann.

Will man diesen Schwefel nun reinigen, so geschieht dies im Großen und fabrikmäßig immer auf die Weise, daß man den Schwefel nochmals destillirt und den abziehenden Dampf verdichtet. Hierzu dient der Ofen K rechts unserer Fig. 249 unten, welcher einen großen Kessel, gewöhnlich von Gußeisen, C heizt, in dem der zu reinigende Schwefel befindlich. Das Feuer, welches unter diesem Kessel brennt, geht, nachdem es denselben umspielt hat, nach einer gemauerten Abtheilung über demselben, wo ein zweiter Kessel M als Vorwärmer dient und von den sonst ungenutzt fortgehenden Gasen hinlänglich erhitzt wird, um den hineingebrachten Rohschwefel a zu schmelzen.

Weiter soll in diesem Kessel nichts geschehen, und da es langsam geschieht und die Wärme von allen Seiten zudringt, so findet kein Kochen, Wallen und Aufrühren der Masse statt, sondern sie fließt ganz ruhig zu einer klaren Flüssigkeit zusammen, aus welcher sich alles Erdige, das mitunter 15 Procent beträgt, absetzt, am Bodens des Kessels liegen bleibt, wodurch eine vorläufige Reinigung des Schwefels stattfindet. Ueber dem Kessel, am Fuße des Rauchfanges T T, welcher die unbenutzbaren Theile der Feuerung fortführt, sieht man den Griff eines Stöpsels, der, an einer eisernen Stange befestigt, dient, ein Rohr zu verschließen, durch welches der geläuterte Schwefel in den unteren Kessel fließen kann. Es hat diese vortreffliche Einrichtung den Zweck, das Oeffnen des Raumes über dem

effel C behufs der Einbringung neuen Schwefels unnöthig zu machen, as von Wichtigkeit ist, indem das Oeffnen gefährlich ist. Der bis zum ieden erhitzte Schwefel fängt unter Zutritt der Luft sofort Feuer und die Luftmasse groß, so kann eine gefährliche Explosion die Folge sein; i Einbringung des Roh-)wefels in den Kessel wird er ein wiederholtes und ngeres Oeffnen des Kes- ls nöthig, weil man nicht len frischen Schwefel hinein un, sondern auch den Rück- nd aus demselben (die Boden sinkenden erdigen heile) entfernen muß.

Fig. 249.



Die oben angegebene nrichtung macht dieses les überflüssig, denn der chwefel kommt schon ge- irt in den unteren Raum, bleibt mithin wenig oder r nichts zu entfernen und es erst nach Monaten un- sgesetzter Arbeit; da man an den Ofen vorher er- lten läßt, so wird die peration nicht alle zwei Stunden unterbrochen und die Gefahr des effnens ist ganz beseitigt.

Von dem Kessel C aus führt ein weiter Kanal D nach der Schwefel- mmer, einem weiten, mit Thon, nicht mit Kalkmörtel gemauerten Raum, ssen Größe sich danach richtet, ob man den Schwefel in Form eines nen Pulvers (sublimirter Schwefel, Schwefelblumen) oder in Formen gossen haben will. Dieser Raum DAS hat also die Größe eines aales oder nur die einer engen Kammer. Der Schwefelrauch DA fällt s weißes Pulver zu Boden, setzt sich an den Wänden an, und wird ch Beendigung der Operation von diesen abgekehrt; dies geschieht erst, chdem sich die Wände durch den Niederschlag so erwärmt haben, daß die Schwefeldämpfe nicht mehr niederschlagen. Dann muß man die nere Entwickelung unterbrechen, das Feuer abgehen lassen und nach dem kalten die Schwefelkammer ausräumen.

Da diese Abkühlung nicht so schnell erfolgt, so ist damit für den

Fabrikanten ein nicht unbedeutender Verlust an Zeit und Geld verbunden; um diesen zu vermeiden, baut man zu demselben Ofen häufig **zwei** Kammern, da dann die zweite geöffnet wird, sobald sich die erste mit Schwefelblumen gefüllt hat; die Operation wird nunmehr **nicht** unterbrochen, der Dampf geht nur nicht von C nach D, sondern eines andern Weges nach der benachbarten Kammer.

Oben auf derselben befindet sich eine Abzugsröhre, welche die durch Erwärmung sich ausdehnende Luft der Kammer entweichen läßt, in welcher jedoch ein Ventil, eine Klappe das Eintreten frischer Luft hindert; man würde gern die Luft aus der Kammer ganz entfernen, denn ihr Sauerstoff giebt Gelegenheit zu Bildung von Säuren mit dem Schwefel, da dieses aber nicht möglich ist, so verhindert man wenigstens den Zutritt frischer Luft, nachdem der Sauerstoff der vorhandenen verzehrt ist.

Soll nicht auf die Erzeugung von Schwefelblumen gearbeitet werden, so macht man die Kammer kaum eine Kubikklafter groß; dann nämlich will man, daß die Dämpfe so schnell wie möglich die Wände erwärmen und sich daran nicht in Gestalt weißen Staubes (was allerdings im Anfange immer geschieht und womit die Destillation des Schwefels anfängt und wodurch die Wände der Kammer allein erwärmt werden können) niederschlagen, sondern in Tropfen gesammelt niederfließen auf den schüsselförmigen Boden der Kammer S, wo sie durch immer neue, nachfließende Massen flüssig erhalten werden, bis man sie seitlich entfernt.

Dort seitwärts befindet sich eine Oeffnung in der Mauer, die durch eine Platte mit einem kleinen Trichter geschlossen ist. Der Trichter öffnet sich nach inwendig und ein Stöpsel o kann von inwendig eingesetzt werden; um dieses aber zu können, ohne in das Innere der Schwefelkammer zu gehen, was demjenigen, der es versuchen wollte, doch sehr schlecht bekommen dürfte, hat dieser Stöpsel an seinem dünnen Ende eine Stange m mit einem Griffe; drückt man diese Stange nach innen zu, so öffnet sich der Trichter, zieht man die Stange an, so schließt derselbe sich. Unter dieser Stange sieht man eine gekrümmte Rinne, welche mit dem Trichter zusammenhängt und den geschmolzenen Schwefel aufnimmt, wenn der Stöpsel zurück gedrückt wird.

Fig. 250 zeigt die Form von Tannenholz rund, ein wenig konisch, aber sehr glatt ausgedreht, ein konischer Stab paßt solchergestalt hinein, daß er, mit seinem dünneren Ende eingeführt, beinahe ganz durch die Form geht, nur mit seiner dicksten Stelle in der dünnsten Stelle der Form hängen bleibt; hierdurch schließt er dieselbe. Der Schwefel fließt von oben hinein (nachdem dieselbe mit Wasser genügend benetzt ist) und füllt sie, worauf *eine andere* unter die Rinne r gebracht und gleichfalls gefüllt wird und

fort, bis der Vorrath erschöpft ist und man wieder das Ansammeln ien Schwefels erwarten muß.

Die Fig. 249 zeigt, daß die Oeffnung o keinesweges am Boden · großen Schüssel ist, sondern daß eine nicht unbeträchtliche Masse ɩ flüssigen Schwefels darunter stehen bleiben kann. Dies ist so gerichtet, damit etwaige Unreinigkeiten durch Absetzen so hier :ückgehalten werden, wie dieses am Anfange des Operationsweges dem Kessel M schon geschieht. So erhält man ein sehr reines oduct, den Stangenschwefel, welcher nur für die Anwendung im mischen Laboratorium nochmals gereinigt zu werden braucht, für e technischen Zwecke genügend rein ist.

Fig. 250.



Der in die Form gebrachte Schwefel erstarrt sogleich an den änden und geht nun, nach dem Innern hin krystallisirend, bald festen Zustand über, wobei er sich von den Wandungen der Form löst d durch die Stange, welche in der Form steckt, heraus gestoßen werden m. So kommt unter dem Namen Stangenschwefel derselbe in den ndel.

Der Schwefel hat eigentlich keinen Geruch, jedoch entwickelt er bei :inder Reibung an der atmosphärischen Luft einen allgemein bekannten, ,enthümlichen aber sehr schwachen Geruch, dem des verbrennenden hwefels ähnlich, nur so schwach und so gelinde, daß er nicht belästigt, eß der verbrennende geradezu erstickend wirkt, vielleicht rührt der wache des geriebenen Schwefels, so wie der starke des verbrennenden, n einer Oxydation her, denn der Verfasser glaubt bemerkt zu haben, ß in einer sauerstofffreien Luft, in reinem Stickstoff, in reinem Wasser- ffgas dieser Geruch sich nicht entwickelt.

Der Schwefel ist sehr empfindlich gegen die Wärme, er dehnt sich rch dieselbe stark aus; da er nun ein schlechter Wärmeleiter ist, so fin- t gewöhnlich eine ungleiche Erwärmung statt, eine Temperaturverände- ng nicht durch die ganze Masse, sondern nur an der Oberfläche, welche ır langsam nach dem Innern zuschreitet und das führt zu Zerreißungen r Oberfläche, in Folge deren ein deutlich hörbares Knistern bei der Er- ırmung stattfindet und zwar schon bei einer so gelinden als die Hand währen kann; nimmt man ein Stück Stangenschwefel in die warme and, so beginnt dasselbe zu knistern und ist die Hand trocken und war r Schwefel kalt, so dehnt sich die Oberfläche so rasch aus, daß das fer liegende nicht nachkommen kann und deshalb die Stange innerhalb r fassenden, haltenden Hand in mehrere Stücke zerspringt.

Die Farbe des Schwefels als Pulver, als Sublimat, ist so hellgelb, ß sie beinahe weiß genannt werden kann, noch feiner zertheilt wird der

Schwefel, wenn er aus Schwefelwassern niederfällt, wenn diese Wasser einige Zeit an der Luft stehen — er ist dann wirklich milchweiß und heißt in dieser Form auch Schwefelmilch. Als Stangenschwefel hat er jene hellgelbe Farbe, die den nicht ganz reifen Citronen eigen ist und die allgemein bekannt ist und mit dem Namen „Schwefelgelb" bezeichnet wird. Der krystallisirte Schwefel, der in größern, schönen, durchsichtigen Stücken am Aetna vorkommt, ist, obwohl durchsichtig, doch viel dunkler von Farbe.

Wenn man eine Schwefelstange reibt, so bieten sich an derselben diejenigen Erscheinungen dar, welche wir später als elektrische kennen lernen werden, vor allen Dingen zieht eine trockne Schwefelstange, mit einem trocknen Felle oder mit einem trocknen Flanelllappen gerieben, leichte Körperchen, Spreu, Papierschnitzel und dergleichen an.

Leichte Erwärmung bringt dieselben elektrischen Erscheinungen hervor, stärkere Erwärmung dagegen das bereits angeführte Knistern und Zerspringen. Bei noch weiterem Vorgehen in der Erwärmung beginnt sich der Geruch, von welchem gesprochen worden, zu entwickeln und kurze Zeit darauf beginnt der Schwefel zu schmelzen. Dieser Schmelzpunkt ist als bei 111° oder 112° vorhanden ermittelt worden, dabei ist der Schwefel dünnflüssig, klar, ganz durchsichtig und von jener dunkelgelben Farbe, welche den großen, durchsichtigen Schwefelkrystallen eigen ist.

Steigert man von diesem Punkte des vollkommenen Geschmolzenseins die Wärme noch mehr, so wird die Farbe immer dunkler und sehr merkwürdig ist, daß dabei die Beweglichkeit der Flüssigkeit nicht zu sondern abnimmt, der Schwefel wird dickflüssig, braun, dann zähe und dunkelbraun zuletzt, bei 250 bis 260 Grad beinahe schwarz und dergestalt teigartig, daß er sich kneten und aus dem Gefäße, in welchem er geschmolzen worden, sich nicht nur nicht ausgießen läßt, sondern er nicht einmal ausfließt, wenn man dasselbe umkehrt.

Erwärmt man den Schwefel über diese Temperatur hinaus, so wird er wieder dünnflüssig und er siedet bei 420 Grad, wobei er braunrothe Dämpfe ausstößt, welche sich erkaltend in den Schwefelkammern zu weißem Pulver niederschlagen, an der Luft sich aber leicht entzünden. In dieser Form destillirt der Schwefel bei warmer Vorlage zu einer hellen Flüssigkeit, bei kalter zu Schwefelblumen. Die siedende Schwefelmasse wird nicht wieder hell, wie sie flüssig wird, sie bleibt ganz dunkel.

Im Laboratorium kann man den Vorgang sehr gut beobachten, indem man eine Glasretorte über eine Berzeliuslampe oder ein gelindes Kohlenfeuer bringt (Fig. 251), sie mit einer Vorlage luftdicht vereinigt und diese auf einen Strohkranz legt, auch keine Abkühlungsmittel dabei anwendet.

Man sieht hier alle die oben beschriebenen Farbenabstufungen und die Veränderungen des Flüssigkeitsgrades entstehen wie oben beschrieben, da die dunklen Dämpfe sich bilden, in der Vorlage zum weißen Pulver werden, dann eben diese Vorlage sich nach und nach durch den Niederschlag erwärmt und deshalb die weißgelben sublimirten Schwefeltheile zu Tröpfchen zusammenrinnen und sich endlich in dem untern Theile der Vorlage zu geschmolzenem Schwefel sammeln.

Fig. 251.



Der Schwefel scheint zu den zweigestaltigen Körpern zu gehören, zu denen, welche zwei verschiedene Krystallformen annehmen (dimorph von dem griechischen Worte morphe Gestalt abgeleitet, polymorph vielgestaltig, amorph gestaltlos); die eine derselben erhält er durch Sublimation in vulcanischem Heerde, wo er unter der langsamen ungestörten Einwirkung dauernde Temperaturerhöhung die Form, welche oben beschrieben worden ist, einnimmt; eben so krystallisirt er aus seinen Auflösungen in Schwefelkohlenstoff, in Terpentinöl, nämlich in schönen rhombischen Octaedern von hellgelber Farbe, durchscheinend und wachsglänzend. Die andere Krystallform erhält er durch Schmelzen und langsames Erstarren, es ist die langer rhombischer Säulen, welche zwar jedem erstarrten Stück Stangenschwefel zum Grunde liegen, welche man jedoch darum nicht erkennen kann, weil unzählige solche Prismen oder Säulen neben einander liegen und ihre Spuren gegenseitig gänzlich verwischen; um diese Krystalle darzustellen, verfährt man folgendermaßen:

In einem Schmelztiegel läßt man Schwefel zergehn, so daß er grade flüssig wird, wozu 111° C. genügen, ein paar Grade mehr schaden nichts, allein stärkere Erhitzung verändert den Schwefel, wie wir bereits bemerkt haben. Ist Alles zu einer klaren Flüssigkeit geworden, so nimmt man den Tigel vom Feuer und wartet ab, bis er so weit erkaltet ist, daß sich eine feste Decke auf dem Schwefel bildet.

Ist dieses geschehen, so stößt man diese Decke durch und neigt den Tigel behutsam, so daß die noch flüssige Masse des Schwefels langsam aber vollständig ausfließt.

Nach dem nun erfolgenden gänzlichen Erkalten trennt sich der Schwefel von selbst aus dem Tigel und zerbricht man nunmehr das Stück, was die Form des Gefäßes hat, in welchem es geschmolzen wurde, so sieht man die Schwefelkrystalle drusenartig zusammengehäuft und sie lassen sich mit bloßem Auge schon sehr wohl als vierseitige Säulen mit rhombischer Basis

erkennen, mit der Loupe aber und den jetzigen schönen Winkelmessern auf das Genaueste nach Graden bestimmen. Die Krystalle sind sehr fein und zart und dem Verfasser ist nicht bekannt, ob sie in der Natur vorkommen und ob man sie vielleicht auch künstlich größer darstellen könnte, wenn man etwa den Versuch, statt mit einem Pfund Schwefel zu machen, mit einer Masse von zehn Centnern anstellte. Da diese große Masse viel länger Zeit braucht, um zu erkalten, so wäre es wohl möglich, daß in derselben sich auch die Krystalle größer und vollständiger ausbildeten.

Zu dieser Zweigestaltung kommt aber noch eine andere Beschaffenheit, welche von der Temperatur abhängt, indem der Schwefel gradezu eine Veränderung erleidet, welche ihn dergestalt umwandelt, daß er besondere chemische Eigenschaften erhält. Diese Art von Veränderung nennt man „allotropische" und man spricht beim Schwefel von drei, vielleicht von vier verschiedenen „allotropischen Zuständen." Diese betreffen nicht blos Farbe, Krystallisationswinkel, Gestalt; auf dergleichen physikalische Eigenschaften legt der Chemiker wenig Werth, obschon er daran sehr Unrecht thut, indem sehr häufig diese ihm zur Richtschnur, zum Leitfaden dienen und er genöthigt wird, seine Bestimmungen darnach zu treffen.

Die allotropischen Zustände greifen viel tiefer in den eigentlichen Chemismus ein und die Körper, welche wir als allotropische kennen, treten mit so verschiedenen Aeußerlichkeiten auf, daß man sie kaum oder gar nicht wieder erkennt. Für den Schwefel hat man zuerst besondere Bezeichnungen eingeführt, welche die Stufen unterscheiden und **Berzelius** hat sich derselben (der ersten Buchstaben des griechischen Alphabets) bedient, um überhaupt die allotropischen Körper so zu figniren. Es giebt nun einen Alpha-Schwefel (αS), einen Beta-Schwefel (βS), einen Gamma-Schwefel (γS) und **Otto** glaubt, auch noch einen Delta-Schwefel (δS).

Der in Rhombenoctaedern krystallisirende, der natürliche oder gediegene Schwefel ist die erste Form αS, die zweite Form ist die des in rhombischen Scalen erscheinenden βS. Die dritte Form unterscheidet sich weit auffallender, sie wird durch den amorphen Schwefel gebildet, der dadurch entsteht, daß man bis zum Sieden erhitzten Schwefel in kaltes Wasser gießt oder auf eine andere Weise plötzlich abkühlt. Er bildet dann eine teigartige, braunrothe, nicht krystallisirende (daher amorph, gestaltlos) Masse, welche knetbar ist und lange Zeit in diesem weichen Zustande verharrt. „Schwarze Körner, die sich beim Schmelzen des Schwefels, bei höherer Temperatur ausscheiden und die in dem rothen Schwefel grün erscheinen, sind wahrscheinlich die vierte Form des Schwefels δS (Otto a. a. O.).

Die verschiedenen allotropischen Zustände des Schwefels scheinen

ızlich Functionen der Wärme zu sein. Bei dem Schmelzen des Schwe- ꞉ verweilt derselbe auf gewissen Stufen längere Zeit, wie das Eis bis einer gewissen Temperatur steigt, dann aber selbst im kochenden Wasser ɟt wärmer wird, sondern, ohne wärmer zu werden, schmilzt, wie das ısser, in welchem Eis befindlich, zu keiner höheren Temperatur gelangt, ɔst wenn es über starkem Feuer steht, sondern die ihm zugeführte Tem- ꞌatur an das Eis abgiebt, um es in Wasser zu verwandeln, so erscheint r der flüssige Schwefel, nachdem er bis auf 250 — 260 Grad erhitzt, ɟt wärmer werden zu wollen, er bleibt auf diesen Graden längere Zeit ɟen, ja er schwankt wohl auf und ab, bis er endlich weiter schreitet bis seinem Siedepunkte. Es scheint, als ob die Umwandlung aus αS in bei der Temperatur von 250° bis 260° vor sich gehe, von da be- nt auch die Färbung des Schwefels fast constant zu werden, da ist die higkeit der Masse am auffallendsten.

Viel stärker erhitzter Schwefel wird nun wieder dünnflüssig, ja dünn- ssiger als Wasser, allein wenn er in der Abkühlung begriffen auf die mperatur von 260° gekommen ist, so verweilt er auch hier wieder eine aume Zeit, bevor die Temperatur weiter sinkt; dasselbe findet bei der mperatur des Schmelzpunktes statt, der geschmolzene Schwefel sinkt bis 111° und bleibt längere Zeit auf demselben Punkte; wenn man nun aber Flüssigkeit mit einem Stäbchen umrührt, so steigt die Temperatur bis 113° und so verweilt die immer zäher werdende Schwefelmasse auf sem Grade bis man den Schwefel nicht mehr rühren kann; erst nun- hr sinkt die Temperatur wieder und ohne fernern Haltepunkt bis zu der Umgebung.

Sehr merkwürdig ist, daß diese verschiedenen Schwefel sogar ein ganz ıtlich unterscheidbar verschiedenes specifisches Gewicht haben; Alpha- hwefel ist der schwerste, er wiegt mehr als doppelt so viel wie ein iches Volumen Wasser, nämlich 2,066, der Beta-Schwefel wiegt nur 95, der Gamma-Schwefel 1,90. Es stimmt hier das verringerte spe- sche Gewicht mit der Vermehrung der Wärme überein, welche zu seiner ldung nöthig war und obgleich alle drei allotropisch verschiedenen Stufen gleicher Temperatur sind, wenn sie gewogen werden, so macht sich die ındene, verborgene Wärme doch fühlbar durch die geringere Schwere, h. durch das vergrößerte Volumen. Bei dem Wasser ist dies anders, ist der Körper, der weniger Wärme hat, der leichtere, das Eis; dieses wimmt in dem Wasser, welches 75° C. verschluckt hat, um aus Eis ı 0° zu Wasser von 0° zu werden, von dem man also glauben sollte, müsse das ausgedehntere sein. Das Eis ist krystallisirt und diesem ıstande, der Anordnung der Theilchen, schreibt man das vergrößerte

Volumen zu; der Fall indessen ist ganz analog mit dem Schwefel, wo auch krystallisirter dem amorphen gegenüber steht und doch ist dieser letztere der leichtere.

Auch die Dämpfe der drei verschiedenen Schwefelgattungen sind verschieden in Durchsichtigkeit, specifischem Gewicht und Farbe, aber Dämpfe sowohl als der Schwefel selbst gehen mit der Zeit alle auf die ursprüngliche, erste, allotropische Form zurück; der teigartige Schwefel wird hart und zeigt Krystallisation; der nadelförmige Schwefel zeigt durch Spaltungen und Zerfallen, daß er aus Afterkrystallen bestehe, welche sich dadurch gebildet haben, daß die ursprünglichen rhombischen Octaeder sich zu verschobenen Prismen vereinigt, an einander gefügt haben, kurz die allotropischen Unterabtheilungen des Schwefels sind nicht beständig, nichts desto weniger ist es höchst interessant für denjenigen, der alle Feinheiten der Chemie kennen lernen will, die wahrhaft classische Abhandlung zu studiren, welche Frankenheim in dem 54. Bande des Journals für practische Chemie über diesen Gegenstand geliefert hat.

Der Schwefel unterliegt häufig Verunreinigungen durch zwei andere Elemente, die er bei der Entwickelung auf seinem Wege vorfindet, Selen und Arsen. Durch das erstere wird er orangenfarben, durch die von Arsen wird er tiefer gelb ähnlich dem Gummigutti. Diese Verunreinigungen haften dem Schwefel gewöhnlich an, wenn er aus Erzen gewonnen wird, indem man einen Theil desselben von dem durch Schwefel vererzten Metalle abdestillirt. Ein solches Erz ist z. B. der Eisenkies, den man gewöhnlich Schwefelkies nennt. Derselbe ist eine Verbindung von Eisen und Schwefel, welche der Chemiker mit FeS_2 bezeichnen würde, d. h. 1 Eisen mit 2 Atom oder Aequivalenten oder Mischungsgewichten Schwefel. Solche Verbindungen geben, wie die ihnen analogen Sauerstoffverbindungen, durch Erhitzung einen Theil ihres Schwefels ab (die anderen, Mangan, Bariumsuperoxyd rc., einen Theil ihres Sauerstoffes), welcher aufgefangen werden kann. Beim Eisenkies verfährt man zur Gewinnung des Schwefels folgendermaßen:

In einem sehr lang gestreckten Ofen mit einer Rostfeuerung und mit in der Decke an verschiedenen Orten angebrachten Zugöffnungen, welche eine allgemeine Verbreitung der Flamme, ohne bestimmte Richtung nach einem Punkte zum Zweck haben, liegt eine Reihe thönerner Cylinder, welche, von beiden Seiten offen, bestimmt sind, den zu röstenden Kies aufzunehmen. Diese Cylinder gehen durch den ganzen Ofen und ragen aus der Hinterwand desselben so gut heraus, wie aus der vorderen, sie liegen geneigt, wie die Fig. 252 zeigt; b der niedrigere Theil mündet über Schalen mit Wasser a, welche bestimmt sind, den flüssigen Schwefel

nehmen, der obere Theil auf der Rückwand des Ofens kann durch Deckel d mit Lehm lutirt, verschlossen werden.

Fig. 232.



Von dieser Rückseite wird der eingetragen und nun wird der Ofen langsam angewärmt. Die en liegen ziemlich, doch über Flamme, damit sie nicht zu erhitzt werden und doch überall gleichmäßige Erwärmung er-

Sehr bald wird nun ein des Schwefels verflüchtigt, er mit dem Eisen nicht fest verbunden war, um der Erhöhung der Temperatur zu widerstehen (wie ein Theil des Sauerstoffes aus dem Braunstein verjagt wird) dieser Schwefel entweicht aus der Mitte und dem oberen Theile der en, um in dem niedrigsten und vorderen Theile, welcher nicht so stark rmt wird, sich zu einer Flüssigkeit zu verdichten und in die unter- ten Gefäße zu gelangen.

Aus der Oeffnung einer jeden Röhre in der Rückwand wird nun der tete Schwefel, der Rückstand, welchen man Schwefelbrand, Abbrand , durch eiserne Haken heraus gekratzt, deshalb die Rückwand schräg acht ist und in einen gemauerten gemeinschaftlichen Bottich leitet. Un- lbar nach der Entleerung füllt man die Röhren wieder mit Eisenkies, die Deckel und setzt die Operation, welche überhaupt so gut wie gar unterbrochen wird, indem die Ausleerung immer nur eine Röhre be- , fort.

Dieser Rückstand wird nun der Luft und der Feuchtigkeit der Atmo- e ausgesetzt, während des Sommers, wenn nicht genügend Regen auch begossen und wenn Oxydation eingetreten ist, ausgelaugt; er den Eisenvitriol. Was nach der Gewinnung dieses Salzes in der erlauge zurück bleibt, wird abgedampft und geglüht; es giebt eine volle, durch das Licht unveränderliche Anstrichfarbe, das sogenannte schroth. Beides wollen wir später beim Eisen näher betrachten, hier schien es gerechtfertigt, darauf hinzuweisen, wie die Technik [illegible] en weiß, wie ihr der Abgang des Abganges noch nicht werth[illegible] ie ihm einen Preis zu geben vermag, welcher dem Capita[illegible] iß und dem Arbeiter seine Mühe reichlich lohnt.

Wenn diese Schwefelverbindungen unter Zutritt der at[illegible] verbrannt werden, eine Operation, die man Rösten [illegible] t ein großer Theil des Schwefels, denn der Eisenkies [illegible]

Feuerstrom aus beiden Oeffnungen hervorbringt, daß es sehr gefährlich ist, in der Richtung desselben zu stehen.

Warum dieses nicht überall geschehen kann, warum nicht jeder Weinhändler so verfährt, ist schwer zu sagen, aber zur Ehre des Kaufmanns in dieser Branche muß gesagt werden, daß nicht die Verfälschung, die Vergiftung des Weines die Absicht ist, sondern die Beschützung vor Verderbniß, die Erhaltung — es ist nur ein sehr bedenkliches Mittel gewählt; man glaubt die schmerzhafte Krankheit des Zipperlein (das Podagra) rühre daher, daß die Weine eine der Gesundheit höchst nachtheilige Menge schwefliger Säuren aufgenommen und man glaubt ferner, daß die Ursache der Abnahme dieser Krankheit theils darin liege, daß man jetzt viel jüngere Weine trinkt (als die viel lieblicheren, milderen) denen noch nicht genug des bösen Gifts hat beigebracht werden können, theils daher, daß sich für die alten Rheinweine und die weißen französischen, die Rothweine eingebürgert haben, denen man das Schwefeln nicht bieten darf, weil ihre Farbe darunter leiden würde.

Eine andere, wohl im Einzelnen geringfügige, in ihrer allgemeinen Verbreitung aber höchst massenhafte Anwendung des Schwefels für den technischen Gebrauch ist die zu Schwefelfaden und Schwefelhölzchen, zu den bekannten Zündmitteln, mittelst deren man aus einem kleinen Fünkchen Kohle (Zunder, Schwamm) eine Flamme lockt, um Licht oder Feuer anzuzünden. Da diese Utensilien in jeder auch der kleinsten Wirthschaft unentbehrlich sind, so kann man denken, welche Massen von Schwefel consummirt werden.

Die Benutzung des Schwefels als Medicament, sowohl äußerlich in Form einer Salbe, als innerlich in Form von Pulver, dürfte hinsichtlich der Menge des consummirten Schwefels wohl nicht sehr in die Waage fallen, desto mehr ist dies der Fall bei Bereitung zweier Säuren; der einen, die man im gewöhnlichen Leben gar nicht als Säure zu betrachten pflegt, der schwefligen nämlich, welche ein Jeder sich gelegentlich selbst macht, wie er ihrer bedarf und der Schwefelsäure, welche im Großen fabricirt wird und einen bedeutenden Artikel der technischen Industrie oder der chemischen Technik bildet.

Wir werden von beiden ausführlich bei den Verbindungen des Schwefels mit dem Sauerstoff sprechen; hier nur die schweflige Säure betreffend sagen, daß sie kein Handelsartikel sein kann, weil sie eine Gasart ist und ferner, daß sie gebraucht wird, um Pflanzenfasern zu bleichen, so z. B. vergelbtes Leinenzeug, Strohgeflechte und daraus gebildete Hüte &c., daß aber auch die Wolle und die Seide, thierische Stoffe, in ähnlicher Art ihrer Farbe beraubt und sehr schön gebleicht werden. Da die Ent-

färbung aber von Anwesenheit der Säure herrührt und diese flüchtig ist, so kehrt die gelbe Farbe wieder, wenn die Verflüchtigung vor sich gegangen und dieses führt die Unbequemlichkeit des wiederholten Bleichens mit sich, was man gewöhnlich Schwefeln nennt, wie derselbe Ausdruck für die Behandlung der Weine mit demselben Stoffe vorkommt. Man schwefelt Zeuge so, daß man sie im feuchten Zustande auf Schnüre im Innern einer weiten Tonne (wie z. B. diejenigen sind, in denen die Zuckerhüte verpackt werden) aufhängt, unten an verschiedenen Stellen Schwefelfaden in lockeren Haufen anzündet und die Dämpfe durch die Tonne und um die darin aufgehängten Zeuge ziehen läßt, schließlich aber, wenn nicht mehr viel von dem Schwefel zu verbrennen ist, den oberen offnen Theil der Tonne mit einem großen, doppelt genommenen Tuche zudeckt. Die hier im Innern aus dem in atmosphärischer Luft verbrennenden Schwefel sich entwickelnde Sauerstoffverbindung ist eben diese schweflige Säure; sie schlägt sich an den feuchten Stoffen nieder und zerstört die Pflanzenfarben, doch, wie bereits gesagt, nur für so lange, als sie selbst anwesend ist; wenn also nach und nach diese schweflige Säure sich verflüchtigt und die Stoffe aufhören nach Schwefel zu riechen, kehrt auch die frühere Farbe zurück.

Wir haben bereits beim Stickstoff gesehen, daß seine Verbindungen sehr verschiedener Natur sind; weit auffallender aber ist dieses noch bei den Schwefelverbindungen. Haben wir gefunden, daß Stickstoff mit Sauerstoff eine Säure und Stickstoff mit Wasserstoff eine Base sein kann, so werden wir hier finden, daß der Schwefel sogar, dem Sauerstoff ähnlich, Verbindungen mit anderen Körpern schließen kann, wodurch neue Körper entstehen, die selbst wieder den Charakter von Säuren oder von Basen haben, grade wie die analogen Sauerstoffverbindungen.

Diese Verbindungen unterscheidet man in der Benennung von einander als Sulphosäuren (Sulfide), wie es Sauerstoffsäuren giebt und in Sulphobasen (Sulfurete), wie es auch Sauerstoffbasen giebt.

Wir wollen uns jedoch möglichst genau verständigen, um nicht einen falschen Begriff aufzustellen. Jedermann weiß, daß es eine Säure giebt, die man Schwefelsäure nennnt; dies ist keine Sulphosäure, kein Sulfid, sondern eine Sauerstoffsäure, wie die Salpetersäure; nun verbindet sich aber der Schwefel selbstständig mit andern Elementen (nicht mit dem Sauerstoff) und aus diesen anderen Verbindungen können Säuren werden, ohne daß Sauerstoff dabei im Spiele wäre; so z. B. giebt Schwefel mit dem Antimon eine Sulfosäure, grade wie dieses Element auch mit dem Sauerstoff eine Sauerstoffsäure bildet und diese Sulfosäure geht wieder mit Alkalien Verbindungen ein, in denen sie vollständig die Stelle der Sauerstoffsäuren vertritt. Schwefel mit Natrium giebt anderer-

seits wieder eine Base; wir haben also im Schwefel einen zweiten Körper der, wie der Sauerstoff, dazu dient, mit anderen Substanzen sowohl Säuren als Basen zu bilden, eine Eigenschaft, welche er noch mit zwei anderen Elementen theilt, so daß man gegenwärtig vier Körper kennt, die selbstständige Verbindungen mit anderen Elementen eingehen, welche Säuren oder in anderen Verhältnissen Basen sein können; diese beiden Elemente heißen Selen und Tellur und alle vier, Schwefel und Sauerstoff dazu, begreift man dieser Eigenschaften wegen unter den gemeinschaftlichen Namen „Amphigene", von den griechischen Worten ampho (beide) und gennoa (ich bringe hervor).

Verbindungen des Schwefels.

Unter diesen liegen uns zunächst die Verbindungen mit dem Sauerstoff vor, deren man sonstmals zwei kannte, wovon jedoch durch den Fleiß der Chemiker nach und nach sieben entdeckt wurden, welche alle Säuren sind, aber nur eine derselben entsteht durch directe Verbindung des Schwefels mit dem Sauerstoff, durch den Verbrennungsprozeß in freier Luft, dies ist die schweflige Säure, alle andere müssen durch künstliche Mittel hervorgebracht werden.

Bevor wir jedoch zu denselben übergehen, wollen wir anführen, wie sie bezeichnet werden und wie sie zusammengesetzt sind, indem die Verwirrung, welche die Bezeichnungsweise ohne System und ohne gegenseitiges Verständniß, wie Franzosen und Deutsche sie bildeten, je nachdem mehr und mehr Säuren aufgefunden wurden, so groß wurde, daß man sich nicht mehr zu rathen wußte, bis endlich Berzelius Rath schaffte, indem er griechische Bezeichnung einführte, die Namen und Zahl der Elemente vereinigte und so ein verständliches System hervorbrachte.

Thion heißt im Griechischen Schwefel, daraus wurde mit den griechischen Zahlenwörtern, Monothionsäure, Dithion-, Trithion-, Tetrathion- und Pentathionsäure zusammengesetzt, das giebt fünf Stufen; diejenigen beiden Schwefelsäuren, welche nur ein Aequivalent Schwefel auf 2 und 3 Aequivalente Sauerstoff enthalten, nannte er Monothionige und Monothionsäure (das letztere ist die eigentliche Schwefelsäure), diejenigen, welche 2 Aequivalente Schwefel auf 2 und 5 Atom Sauerstoff enthalten, unterschied er eben so in Dithionige und in Dithionsäure, woraus dann die sieben Säuren mit ihren sieben Namen hervorgeben.

Otto giebt hierüber nachstehende lehrreiche Uebersicht, zu welcher ich die französischen Namen in deutscher Uebersetzung füge:

			Schwefel.	Sauerstoff.	
1.	Dithionige Säure	S_2O_2	66,66	33,34	Unterschweflige Säure.
2.	Pentathionsäure	S_5O_5	66,66	33,34	Dreifach geschwefelte Unterschwefelsäure.
3.	Tetrathionsäure	S_4O_5	61,53	38,47	Zweifach geschwefelte Unterschwefelsäure.
4.	Trithionsäure	S_3O_5	54,54	45,46	Einfach geschwefelte Unterschwefelsäure.
5.	Monothionige S.	SO_2	50,00	50,00	Schweflige Säure.
6.	Dithionsäure	S_2O_5	44,44	55,56	Unterschwefelsäure.
7.	Monothionsäure	SO_3	40,00	60,00	Schwefelsäure.

Die für das Französische geltenden Bezeichnungen der letzten Spalte von Nr. 1, 5, 6 und 7 haben wir auch im Deutschen, für die Technik sind nur Schwefelsäure und schweflige Säure von Bedeutung; in der wissenschaftlichen Chemie werden die übrigen Säurungsstufen des Schwefels bestimmt nach den Berzelius'schen Bezeichnungen in der ersten Colonne genannt.

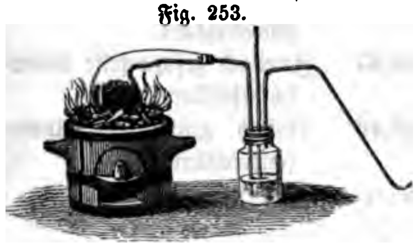
Schweflige Säure.

Dies ist diejenige luftförmige Säure, welche beim Verbrennen des Schwefels in atmosphärischer Luft sich durch den Geruch und durch die unangenehme Einwirkung auf die Augen kund giebt. Sie wurde zuerst vom Erfinder der phlogistischen Chemie, Stahl in Berlin, als ein eigner Körper erkannt, doch als gesondertes Gas nicht früher als 1774 durch Priestley dargestellt; sie wurde später durch die größten Gelehrten in unserm Fache untersucht, ihre Eigenschaften wurden so genau als möglich festgestellt und man weiß jetzt von dieser gasförmigen Säure so gut wie von vielen andern, daß sie unter genügendem Druck und bei einer hinlänglichen Erkältung flüssig ist, also kein permanentes Gas bildet, wie Stickstoffoxydgas.

In der Natur kommt diese schweflige Säure nur in der Nähe von Vulkanen vor, da sie ein Product langsamer Verbrennung des Schwefels zu sein scheint. Die Kunst der Chemie stellt sie auf diese sowohl als auf manche andere Weise dar, z. B. indem man aus einem Metalloxyde

Sauerstoff entwickelt und mit demselben zugleich Schwefel erhitzt, so daß sich dessen Dämpfe im Entstehungsmoment mit dem Sauerstoff vereinigen können, oder andererseits auch indem man sie von höher oxydirtem Schwefel, von Schwefelsäure abdestillirt.

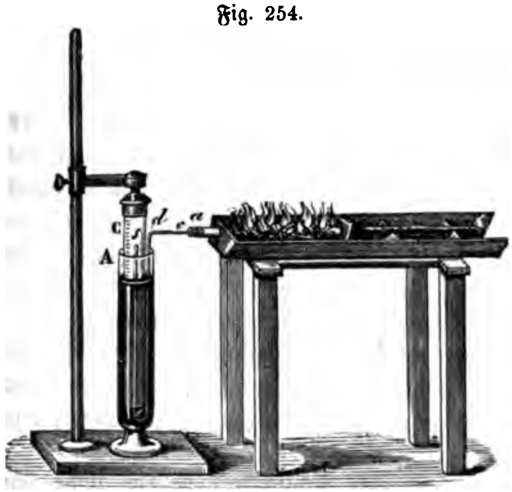
Fig. 253.



Das erste Verfahren ist sehr einfach. In eine Glasretorte bringt man ein inniges Gemenge von 6 Theilen pulverisirtem Braunstein mit 1 Theil Schwefelblumen; aus dem Hals der Retorte führt man ein Gasleitungsrohr in eine Mittelflasche, woselbst das Gas sich in eine vorgeschlagene kleine Quantität Wasser des durch die Hitze mit übergehenden Schwefels entladet, dann aber durch ein anderes Rohr weiter geleitet werden kann; gewöhnlich fängt man dasselbe über Quecksilber auf, indem Wasser sehr viel davon verschluckt.

Dasselbe Gas erhält man auch, wenn man auf die eben angegebene Weise drei Theile Kupferoxyd mit einem Theile Schwefelblumen mengt und dieses erhitzt; in beiden Fällen ist es nöthig, daß die Retorte mit Lehm beschlagen sei, weil sie sonst dem Feuer den nöthigen Widerstand nicht leisten würde.

Fig. 254.



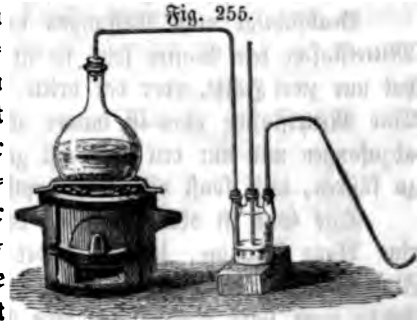
Will man das Gas recht rein haben, so stellt man es aus Kupferoxyd und Schwefel, jedoch auf eine etwas andre Weise da. In eine starke Röhre von hartem Glase a b — der Apparat ist uns bereits mehrfach vorgekommen — bringt man ein Gemenge aus 3 Theilen Kupferoxyd und 1 Theil Schwefelblumen, welche beide man vorher in einem warmen Ofen recht getrocknet hat. Mit diesem Gemenge wird die hintere Hälfte b der Röhre a b gefüllt; auf dieses Gemenge schüttet man locker reines Kupferoxyd. Eine Gasleitungsröhre c d wird durch einen Pfropfen befestigt und in einen Glascylinder A geführt unter einen Cylinder C, welcher

gleichfalls mit Quecksilber gefüllt, in dem andern A steht. Nunmehr erhitzt man das Kupferoxyd zum Glühen, wie die Figur zeigt und erst wenn dieses geschehen, erhitzt man auch die Abtheilung der Röhre, in welcher das Gemenge von Schwefel und Kupferoxyd liegt. Dies hat zur Folge, daß sich keine Schwefeldämpfe unzersetzt nach dem Innern f der Glocke C ziehen können, sondern daß sie, insofern sie bei der Erhitzung des Gemenges nicht verändert wurden, nunmehr beim Durchgange durch das glühende Kupferoxyd sich noch schließlich mit Sauerstoff verbinden und zu schwefliger Säure werden können.

Sollte man ja noch eine Verunreinigung befürchten, die von den nicht ganz trockenen Materialien herrühren, also nur aus Wasserdampf bestehen könnte, so würde man an die Röhre ab, bevor sie mit der Röhre cd vereinigt wird, eine von jenen Uförmigen Röhren, deren wir bereits öfter gedacht haben, fügen und sie mit salzsaurem Kalk füllen, so daß die schweflige Säure, über diesen strömend, ihre Feuchtigkeit an denselben absetzte.

Aus Schwefelsäure wird die schweflige Säure auf eine der zuerst beschriebenen ähnlichen Weise gewonnen, indem man Schwefelsäure in einer Retorte oder einem Kolben mit einem Metalle erhitzt; dieses nimmt einen Theil des Sauerstoffes der Schwefelsäure auf und der dadurch zersetzte Antheil entweicht in Gasgestalt. Die Schwefelsäure hat auf 1 Bildungsantheil Schwefel drei Antheile Sauerstoff. Wo nun das Metall einen Antheil dieses Sauerstoffes entführt, da bleibt Schwefel mit 2 Antheilen Sauerstoff übrig, das ist eben schweflige Säure.

Fig. 255.



Der Apparat ist sehr einfach. In einen Kolben, in welchem zarte Drehspäne des Metalles sind, gießt man sehr concentrirte Schwefelsäure, setzt das Gasentbindungsrohr mit einer Mittelflasche in Verbindung, in welcher jedoch nur sehr wenig Wasser enthalten ist, das aber doch nicht entbehrt werden kann, um die Dämpfe der Schwefelsäure, die unverändert übergehn, aufzunehmen. Soll, wie man das bei genauen Arbeiten haben will, die gewonnene schweflige Säure trocken sein, so muß man an das Gasrohr, welches aus der Mittelflasche weiter führt, die Uförmige Röhre ansetzen, von welcher vorhin gesprochen und die, mit geglühetem salzsaurem Kalk gefüllt, die Feuchtigkeit aufnimmt.

Das Princip der Operation ist hiermit ausgesprochen und darüber läßt sich nichts weiter hinzufügen, allein sehr wichtig ist, daß man eine

andere Verunreinigung vermeide, die durch Wasserstoffgas. Die concentrirteste Schwefelsäure (außer der wasserfreien, welche aber keine Flüssigkeit ist und zu chemischen Operationen nicht gebraucht werden kann) ist ein Hydrat, hat Wasser in ihre Verbindung chemisch aufgenommen und dieses Wasser wird bei der Oxydation der Metalle in der Säure mit zersetzt, es entweicht demnach, wenn man Zink oder Eisen anwendet, nicht blos schweflige Säure, indem das Metall auf Kosten der Säure oxydirt; im Gegentheile findet dieses letztere gar nicht statt, es oxydirt zum großen Theile auf Kosten des Sauerstoffes des Wassers und der dadurch frei gewordene Wasserstoff entweicht mit der schwefligen Säure, deshalb darf man solch ein Metall, welches durch Wasser oxydirt, nicht anwenden und deshalb wählt man möglichst reines Kupfer, welches zu Drehspänen verarbeiten läßt, oder man kann auch Quecksilber anwenden, welches dieselben Dienste thut.

Bei der Bereitung der schwefligen Säure aus Schwefelsäure ist das Trocknen sowohl als die Absorption der mitgehenden Schwefelsäuredämpfe unerläßlich, darum man in diesem Falle nicht blos eine Uförmige Röhre mit Chlorcalcium, sondern noch eine zweite mit grob gepulvertem schwefelsauren Kali anwendet und die schweflige Säure über diese Substanzen streichen läßt. Mit dem Kali verbindet sich der geringe Antheil von Schwefelsäure, welcher noch aus der Mittelflasche mitgerissen wird, zu doppeltschwefelsaurem Kali; mit dem salzsauren Kalk verbindet sich das Wasser und die schweflige Säure geht gereinigt fort.

Beabsichtigt man Messungen des Gases anzustellen, so darf in der Mittelflasche kein Wasser sein, sie ist dann auch nicht dreihalsig, sondern sie hat nur zwei Hälse, oder der dritte ist ohne Sicherheitsrohr wohl verkorkt. Eine Mittelflasche aber ist immer nöthig, um die Schwefelsäure vorläufig abzufangen und nur den möglichst geringsten Rest durch das Rohr mit Kali zu führen, weil sonst dessen Absorptionskraft bald erschöpft sein würde.

Das Gas ist völlig farblos; beim Brennen des Schwefels sieht man eine blaue Flamme, in ihr bildet sich die schweflige Säure, über der Flamme aber, wo die Säure fertig ist, bemerkt man weder Dampf noch Farbe noch sonst etwas, das ihre Anwesenheit äußerlich verriethe, außer den bekannten Geruch und ihre Wirkungen. Diese Luft ist nicht athembar, im Gegentheil wirkt sie schon in geringer Menge sehr schädlich auf die Lunge und ist, in größeren Quantitäten eingeathmet, gradezu tödtlich. Da sie den Athmungsprozeß nicht unterhält, so unterhält sie auch das Verbrennen nicht; ein hinein gebrachtes Licht erlischt sofort, wie im Wasserstoffgase, aber dieses Gas brennt selbst an und verbrennt, wenn Sauerstoff dazu tritt, vollkommen; das findet mit der schwefligen Säure nicht

statt, sie unterhält nicht nur den Verbrennungsprozeß nicht, sie ist auch selbst nicht brennbar, verhält sich mithin zur Flamme wie die Kohlensäure.

Da sie aber bei ihrer Bildung aus verbrennendem Schwefel eine Menge Sauerstoff absorbirt und selbst die Verbrennung hindert, so ist sie ein treffliches und ein leicht anwendbares Mittel, um Feuer in einem beschränkten Raum zu dämpfen, so z. B. ist eine in den Niederlanden fast ganz allgemein gebräuchliche Art einen Schornsteinbrand zu dämpfen, die reichliche Entwickelung schwefliger Säure.

Wollte man einem ehrlichen niederländischen Bauern, oder auch einem oberländischen, beliebig welchem, anrathen, wenn der Rauchfang durch zu reichlichen Ansatz von Glanzruß Feuer fangen sollte, so entwickele zur Genüge schweflige Säure und die zur Fortsetzung der Oxydation nöthige Menge Sauerstoff wird bald verzehrt sein" — so würde der Bauer glauben, nicht er, sondern der Rathgeber sei beschränkten Verstandes; wenn man ihm aber sagt „sobald der Rauchfang brennt, so zünde auf dem Heerde einen Haufen Schwefelfaden an und das Feuer im Schornstein wird erlöschen", so begreift er dies ganz gut oder sagt wohl: ja lieber Herr, das wissen wir, so machen wirs gewöhnlich.

Das schwefligsaure Gas ist mehr als doppelt so schwer, als die atmosphärische Luft, es wiegt 2,24, nach andern 2,25; unter einen Druck von 2 Atmosphären gebracht, oder ohne vermehrten Druck bis auf —10° erkältet, wird dieses Gas zu einer farblosen, äußerst beweglichen Flüssigkeit, beweglicher als Weingeist und Aether, obwohl die Dichtigkeit doppelt so groß ist als die des Aethers; die flüssige schweflige Säure ist nämlich 1,42, also beinahe 1½mal so schwer als Wasser.

Fig. 256.

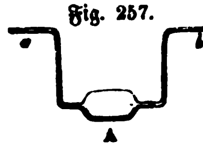


Aus den obigen Zahlenangaben sieht man, daß die Verdichtung zu einer Flüssigkeit ziemlich leicht ist, aus der Retorte über dem Ofen wird auf eine oder die andere Art schweflige Säure entwickelt und in eine Uförmig gebogene Röhre geführt; diese Röhre steht in einem großen Gefäß mit Schnee und Salz oder Schnee und Salmiak und sobald die Temperatur der Vorlage unter —10° herabsinkt, entwickelt sich in der geheizten Retorte die Säure zwar gasförmig, langt aber in der Vorlage flüssig an.

Will man die schweflige Säure vollkommen rein und flüssig haben, so wählt man ein um weniges nur abgeändertes Verfahren: Man läßt

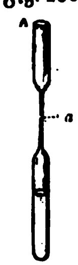
nämlich die entwickelte Säure durch schwefelsaures Kali und Chlorcalcium streichen, um sie zu reinigen und zu trocknen, dann führt man sie durch ein Rohr a in ein weiteres Stück einer solchen, in eine Art Ballon von dünnem Glase (auf die Form desselben kommt gar nichts an) und läßt was entweichen will auf der andern Seite aus b fort, aber die Kugel oder den Cylinder A bringt man in eine Kältemischung und wenn diese aus gestoßenem Eis (Schnee) und Salmiak gebildet ist, so geht aus der Oeffnung b wenig oder gar nichts von der Säure verloren, als Luft oder Gas, sondern alles verdichtet sich in der Erweiterung A.

Fig. 257.



Will man die schweflige Säure längere Zeit bewahren, so geht dieses durchaus nicht anders, als indem man die Enden a und b vor der Gebläselampe zuschmilzt, oder indem man ein Glas von der Form der Fig. 258 anwendet, wo der untere Theil B einer ziemlich weiten Glasröhre zugeschmolzen, der mittlere bei a vor der Lampe auszogen und der obere A vorläufig unverändert gelassen ist.

Fig. 258.



Dieser letztere Theil dient als Trichter. Man hält den Theil B zehn Secunden (ein paar mehr oder weniger thut nichts zur Sache) in der warmen Hand, wodurch die Luft darin verdünnt wird; nun stellt man eben diesen Theil in Eis, aber ganz gleichzeitig bringt man eine Kleinigkeit der flüssig gewordenen, schwefligen Säure in den Trichter. Die natürliche Folge der Erkältung von A ist, daß bei der Verringerung des darin enthaltenen Luftvolumens die schweflige Säure hineiu bringt, hinein getrieben wird durch den Luftdruck; allein da die schweflige Säure sehr leicht verdampft, so genügt das Herausheben aus der Kältemischung, um nicht nur zu bewerkstelligen daß die schweflige Säure in Dampf verwandelt wird, sondern daß sie in Folge dieser Verwandlung alsbald die atmosphärische Luft, welche in B vorhanden ist, verjagt, mit sich fortreißt.

Nunmehr wieder bei A mit schwefliger Säure gefüllt und bei B in eine erkältende Mischung gehalten, fließt so viel schweflige Säure zu als man oben eingießt. Ist B zu drei Viertheilen mit der Säure gefüllt, so sucht man dieselbe durch möglichst tiefe Temperatur flüssig zu erhalten, indeß man durch Erwärmung aus A und a dieselbe als Gas vertreibt und endlich wenn die Temperatur so hoch gestiegen ist, daß man es wagen kann, schmilzt man durch die Stichflamme einer guten Glasbläserlampe die Röhre bei a zu. Jetzt ist die schweflige Säure in B gefangen und kann, wenn die Temperatur nicht unvorsichtig und bis zur Sprengung des Glases erhöhet wird, Jahre lang darin erhalten werden. Unter einem Druck von zwei Atmosphären bleibt die Säure noch bei 15° im flüssigen

Zustande, bei 24, noch wenn der Druck drei Atmosphären beträgt und diesen Druck bringt die verdampfende Substanz sich selbst hervor in dem verschlossenen Raume, drei Atmosphären aber erträgt eine mäßig starke und nicht zu weite Glasröhre sehr leicht. Diese Angaben sind von Faraday gemacht; Bunsen allerdings hat andere Zahlen, nach ihm soll die Spannung der Dämpfe schon bei 0° zwei Atmosphären betragen, bei 10° über drei, bei 20° über sechs, allein dies kann schon deshalb nicht richtig sein, weil die Temperaturen und die Druckhöhen in gleicher Art wachsen, während jede folgende gleichmäßige Vergrößerung des Dampfdrucks hervorgebracht wird durch eine geringere Temperaturerhöhung; so z. B. hat Wasserdampf eine Spannung von 1 Atmosphäre bei 100° und von 2 Atmosphären bei 121°; man würde nun glauben können, um 3 Atmosphären Druck zu erzielen, müsse man die Temperatur auf 142° und um 4 oder 5 zu erzielen, auf 163° und 184° erhöhen, dem ist gar nicht so, die Temperaturgrade für diese vier Stationen sind 121°, 135°, 145°, 153°, d. h. wir haben bei der ersten Steigerung nöthig eine Erhöhung der Temperatur um 21°, bei der zweiten nur von 14, bei der dritten nur von 10, bei der vierten nur von 8° und so geht das fort, für jede folgende Atmosphäre um weniger Grade, um 7, um 6, um 5⅓, um 5, 4½; von 181°, bei welcher Temperatur der Druck der Wasserdämpfe schon 10 Atmosphären beträgt, bis zu derjenigen Temperatur, bei welcher er 20 Atmosphären beträgt, ist die Temperaturerhöhung nur 33°, d. h. sie steigt bei den ersten 10 Atmosphären von 100 auf 181, bei den 2ten von 181 auf 214. Man hat die Druckhöhen theils durch Versuche gefunden, theils berechnet und die übereinstimmenden Resultate waren, daß von 20 Atmosphären zu 30 nur noch eine Temperaturerhöhung von 20 Grad, bis zu 40 nur noch eine von 18 und bis zu 50 nur eine Erhöhung von 13 Grad erforderlich war, welches beweist, daß das ausgesprochene Gesetz stichhält bei sehr hoher Temperatur und sehr bedeutender Druckhöhe. So wie man es für das Wasser, den Weingeist, den Aether gefunden hat, ist es auch für andere zum Sieden gebrachte Körper; um die Spannung jedes folgenden Stadiums hervor zu bringen, braucht man eine geringere Temperaturerhöhung, als bei dem vorigen Stadium, und so ist es auch bei der schwefligen Säure, deshalb verdienen die Zahlen Faraday's, welche diesem Gesetz entsprechen, mehr Vertrauen als die anderen.

Es mag scheinen, als haben wir uns bei diesem Gegenstande länger aufgehalten als nöthig, allein es scheint nur, denn erstens ist es von großer Wichtigkeit, das Vorhandensein eines Gesetzes und dessen Anwendung festzustellen und demnächst giebt das hier Angeführte einen Fingerzeig,

wie man die Richtigkeit von Angaben prüfen könne durch Thatsachen ähnlicher Art, welche über andere Körper ähnlicher Art ermittelt worden sind.

Da der Siedepunkt dieser Flüssigkeit so niedrig liegt, so verdampft sie an freier Luft äußerst schnell und bringt, wie alle verdampfenden Flüssigkeiten, Kälte hervor, wie man zu sagen pflegt; besser ist es, wenn man diesen Ausdruck vermeidet und sagt: sie entzieht, um sich zu verflüchtigen, den nächsten Körpern viel Wärme. Dies ist überall der wirkliche Hergang und darum sinkt die Temperatur dieser umgebenden Körper. Wenn man Aether auf ein Thermometer träufelt, so sinkt dasselbe um ein Dutzend Grade, wenn man warmes Wasser über die Hand gießt und die Hand bewegt, so daß die auf derselben befindliche Flüssigkeit verdunstet, so hat man das Gefühl starker Erkältung; Kopfschmerzen sucht man sich zu vertreiben, indem man die Stirn mit Eau de Cologne benetzt, die verdunstende geistige Flüssigkeit läßt das Gefühl der Kälte zurück und dieses ist wohlthuend.

Je flüchtiger die Körper sind, desto lebhafter ist ihre Wirkung, darum thut Weingeist mehr als Wasser, darum Aether mehr als Weingeist und so endlich schweflige Säure mehr als Aether. Wenn man eine Thermometerkugel mit etwas Bauwolle locker umwickelt und diese Baumwolle mit flüssiger schwefliger Säure benetzt, so fällt das Quecksilber rasch und zieht sich endlich mit einem Sprunge in die Kugel zurück, wo es erstarrt, denn die Temperatur sinkt weit unter 40 Grad des hunderttheiligen Thermometers. Nimmt man ein gut und richtig mit wachsenden Graden getheiltes Weingeistthermometer*), so wird man bei demselben Experiment die Temperatur bis auf 57° unter 0 sinken sehen; stellt man den Versuch nicht im Freien, etwa bei einer Kälte von 10° an, welche der Kochpunkt der schwefligen Säure ist, sondern unter der Glocke einer gut wirkenden Luftpumpe, so ist die Verdunstung noch viel lebhafter, die Entziehung der Temperatur also noch viel rapider und das Thermometer sinkt bis auf —70°.

Die Dämpfe von Chlor, Ammoniak, Cyan, welche man dieser Kälte aussetzt, werden dadurch in Flüssigkeiten verwandelt. Man bläst eine Glasröhre in ihrer Mitte auf, so daß sie bei A eine ziemlich dünne Kugel oder citronenförmige Ausdehnung erhält. Die Spitzen der Röhre a und b werden abgebrochen, so daß ein Weg durch die Kugel offen ist. Man umwickelt nun diese mit einem Stückchen Watte und beträufelt

*) Der Weingeist dehnt sich in höheren Temperaturen immer mehr aus, bei gleichen Temperatur-Erhöhungen — seine Grade von 75 bis 80 sind doppelt so lang als von 0 bis 5.

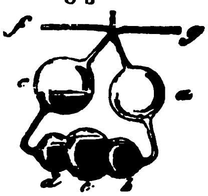
dasselbe mit der flüssigen schwefligen Säure, indessen man aus einem Gasbehälter Chlorgas durch die Kugel führt. Die Abkühlung ist so groß, daß kein Gas auf der andern Seite aus der Röhre entweicht, wohl aber in der Höhlung sich das Chlorgas zu einer beweglichen Flüssigkeit von dunkelgrüngelber Farbe verdichtet.

Fig. 259.



Man kann, um größere Mengen, um einige Loth flüssigen Chlors darzustellen, sich eines Liebig'schen Kugelapparates bedienen, in dessen einer Mündung oder Röhre f man das Chlorgas nach der Kugel a, von da nach b, c, d und durch e nach g leitet. Die Kugeln werden alle mit Baumwolle bewickelt und mit schwefliger Säure benetzt und nach und nach füllen sie sich sämmtlich mit dem condensirten Gase.

Fig. 260.



Sehr lehrreich läßt sich der Versuch dahin abändern, daß man drei solche Blasen A, B, C, wie Fig. 259 eine zeigt, an derselben Röhre a b c d e auftreibt, indessen sie durch die Verengerungen der Röhre von einander geschieden sind. Wenn man nun A und C offen, unbewickelt und unbenetzt erhält, dagegen B durch schweflige Säure abkühlt, so zeigt sich in A wohl Chlorgas, aber keine Flüssigkeit, in B, der abgekühlten Stelle, zeigt sich die Flüssigkeit, in C ist aber weder Gas noch Flüssigkeit, weil das erstere in B verdichtet wird.

Fig. 261.



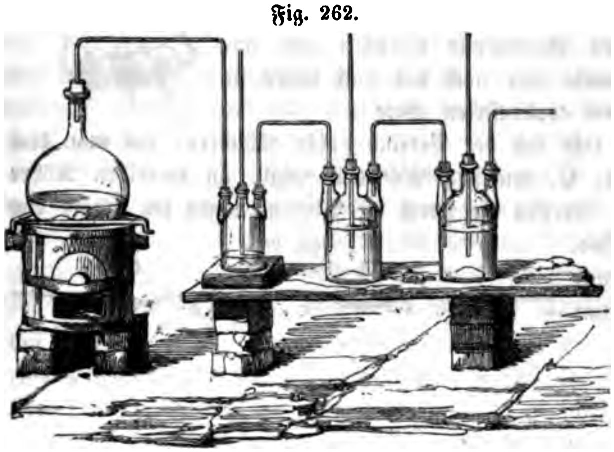
Fest wird die schweflige Säure nur bei sehr großer Erkältung zur Flüssigkeit; Faraday hat sie bei —76° C. und Mitschel bei —80 erstarren gesehen, indem die Flüssigkeit in einem kleinen Platinkessel der Mischung von starrer Kohlensäure und Schwefeläther ausgesetzt wurde.

Welche Menge Wärme ihre Verflüchtigung mit sich nimmt, zeigt ein interessantes Experiment, das Otto angiebt: „Gießt man die flüssige Säure in Wasser, dessen Temperatur einige Grade unter Null beträgt, so verflüchtigt sich sogleich ein Theil, ein andrer Theil löst sich in dem Wasser auf und noch ein andrer Theil sinkt, als schwerer, ölartiger Körper, zu Boden; wird die Säure in diesem Zustande unter dem Wasser mit einem starren Körper berührt, z. B. mit einem Glasstäbchen, so geräth sie ins Kochen und dabei erstarrt das Wasser an der Oberfläche oder selbst durch seine ganze Masse zu Eis."

Um schweflige Säure in Wasser aufgelöst zu haben, verschwendet man jedoch die einmal bis zur Flüssigwerdung condensirte nicht, sondern diese „wäßrige schweflige Säure" stellt man ganz einfach dar, indem man das

entwickelte Gas in kalt erhaltenes Wasser leitet bis zur Sättigung desselben. Wasser nimmt sehr viel davon auf. Bereitet man das Gas aus Schwefelsäure und Kupfer, so läßt man es durch eine Mittelflasche mit einer Auflösung von Glaubersalz gehen, welches die Schwefelsäure aufnimmt, die möglicher Weise mitgegangen sein könnte. Zu diesem Behufe, zur Sättigung von Wasser, braucht man aber große Mengen von schweflicher Säure und eine rasche Entwickelung derselben, deshalb verläßt man die vorhin beschriebenen Wege und bringt zu concentrirter englischer Schwefelsäure gröblich gestoßene Kohle, so daß das Gemenge dickflüssig wird, dann erwärmt man es auf der Sandkapelle, läßt die entweichenden Gase, wie Fig. 262 zeigt, zuerst durch eine Mittelflasche gehen, die mit schwefelsaurem Natron (Glaubersalz) in Wasser gelöst, etwa zum Viertheil gefüllt ist, dann aber in die übrigen Flaschen, die halb voll Wasser sind, streichen.

Fig. 262.



Es werden nun allerdings außer der schwefligen Säure auf Kosten des Sauerstoffes der zersetzten Schwefelsäure Kohlengase gebildet (wie im Falle der Anwendung von Metallen Oxyde gebildet werden), nämlich Kohlensäure und Kohlenoxydgas; allein diese sind im Wasser in sehr viel geringerem Grade löslich und werden überdies, soweit sie sich mit demselben verbinden, noch ausgetrieben, wenn das Wasser sich dem Sättigungsgrade mit schwefliger Säure nähert. Dieser Gase wegen aber kann man keine bloße Vorlage brauchen, sondern man muß eine Woulff'sche Flasche mit Sicherheitsrohr und zwei Seitenöffnungen haben, wie die Figur dieselbe zeigt, damit durch das lang bis zum Boden herabgehende Rohr die schweflige Säure direct mit dem Wasser in Verbindung komme und durch das zweite gekrümmte Rohr die Kohlengase entweichen können. Sie gehen vorläufig ohne Nutzen durch das Wasser der zweiten Flasche, sobald aber das Wasser der ersten reich an schwefliger Säure wird, absorbirt es die zugeführte nicht so schnell als sie ankommt und dann geht viel schwefligsaures Gas mit den Kohlengasen fort. Nun tritt der Augenblick ein, wo das Wasser der zweiten

Flasche nützlich zu werden beginnt, es absorbirt diese schweflige Säure und fängt also schon, während das Wasser der ersten Flasche sich völlig concentrirt, an, sich nach und nach mit sonst verloren gehenden Parthieen zu beladen.

Wasser löst bei verschiedenen Temperaturen sehr verschiedene Quantitäten des Gases auf, bei 30° Wärme noch sein 20faches Volumen, bei + 18° nach Saussure's Versuchen sein 44faches; höchst merkwürdig ist, daß dabei sein specifisches Gewicht so wenig verändert wird, es muß sich demnach in dem Grade, in dem es Gas aufnimmt, selbst ausdehnen, an Volumen zunehmen. Das specifische Gewicht einer gesättigten Lösung ist nur um 4 Hunderttheile größer als das des reines Wassers (1,04, Bertholet).

Wenn das Wasser bei der Aufnahme der schwefligen Säure sehr kalt erhalten wurde, so nimmt es erstens noch mehr auf, zweitens entsteht beim Umrühren oder Bewegen der Mittelflasche eine Trübung, der eine Krystallisation folgt; dies ist ein Hydrat der schwefligen Säure, welches sich durch Fliespapier von der Auflösung trennen und durch vorsichtiges Pressen (nota bene in einem sehr kalten Raume bei hartem Frost von mehreren Graden) gewissermaßen trocknen, wenigstens von der anhängenden Feuchtigkeit befreien läßt. Da die Krystalle sich jedoch nur bei großer Kälte aufbewahren lassen, sind sie noch nicht genügend untersucht, sie schmelzen schon bei 4° und geben dabei schweflige Säure an die Luft ab, wie der durchdringende Geruch verräth.

Die Verbindung von schwefliger Säure mit Wasser und die noch mehr Säure aufnehmende mit Weingeist ist sehr schwer unverändert zu erhalten, indem die schweflige Säure sehr geneigt ist, Sauerstoffgas aus der Luft aufzunehmen und damit, so weit der Vorrath reicht, Schwefelsäure zu bilden; will man dieses vermeiden, so müssen die Woulff'schen Flaschen beinahe voll Wasser sein und sobald die Sättigung eingetreten ist, müssen sie ganz gefüllt, ohne eine Luftblase unter dem Kork, zugestöpselt und mit dem Pfropfen nach unten in möglichst niedriger Temperatur aufbewahrt werden.

Die schweflige Säure ist eine von denjenigen, deren Verbindung mit dem Sauerstoff sehr fest ist, alle die gewöhnlichen Zersetzungsmittel sauerstoffhaltiger Körper scheitern an der Hartnäckigkeit, mit der Schwefel und Sauerstoff einander festhalten; nur Kohle, Kalium und Wasserstoff, mit denen man die schweflige Säure in heller Rothglühhitze zusammen bringt, zersetzen sie, umgekehrt aber zersetzt sie alle sauerstoffhaltigen Verbindungen, indem sie dieselben ihres Sauerstoffes beraubt und sich damit höher oxydirt zu Schwefelsäure. Nicht nur die leichteren Verbindungen der edlen

Metalle, Gold, Silber und Quecksilber werden durch schweflige Säure metallisch niedergeschlagen, sondern sie bringt auch die höheren Oxydationsstufen von Kupfer, Zinn, Blei, von Mangan und Arsen auf niedere Oxydationsstufen zurück, indem sie ihnen einen Theil ihres Sauerstoffes raubt, so wie sie den Oxyden edler Metalle allen Sauerstoff entzieht.

Auf dieser Desoxydation beruht die bereits angeführte Wirkung der schwefligen Säure als Bleichmittel, sie verbindet sich mit den zu bleichenden Stoffen, indem sie ihnen den Sauerstoff entzieht, oder sie bildet mit den Stoffen farblose Verbindungen. In diesem Falle kann sie durch stärkere Säuren vertrieben und können dadurch also die nicht zerstörten Farben wieder sichtbar gemacht werden. Eine Blume, welche man durch Schwefeln gebleicht hat, kann man durch Eintauchen in verdünnte Schwefelsäure wieder in ihrer natürlichen Farbe herstellen, nur darf es keine blaue oder violette Blume sein, denn diese, wie die blauen Pflanzenfarben überhaupt, wird durch eine Säure roth, mit einer Rose, einer rothen Aster, einer rothen Georgine läßt sich dieses Experiment also sehr gut machen, sobald sie sich aber in das Violette neigen, nicht mehr.

Bei dem Bleichen mit schwefliger Säure ist darauf zu sehen, daß die gebleichten Stoffe sehr sorgfältig gewaschen werden, weil die Säure sie sonst zerstört, zerfrißt; man möge Seide, Wolle, Federn, Stroh oder Binsen oder Korbgeflechte nun in die wäßrige Lösung der schwefligen Säure legen oder diese Sachen so schwefeln, wie wir oben beschrieben haben, ein sorgfältiges Entfernen der Säure ist durchaus nöthig.

Die quantitative Bestimmung der schwefligen Säure durch analytisches Verfahren ist beinahe unmöglich, weil sie sich so schwer zersetzen läßt und weil beide Theile, der Sauerstoff sowohl als der Schwefel aufgebraucht werden; leicht dagegen gelingt die Bestimmung auf dem sogenannten synthetischen Wege, d. h. auf dem Wege der Zusammensetzung selbst; Regnault giebt folgendes Verfahren an:

Fig. 263.



In einen Ballon mit ziemlich weitem Halse bringt man Sauerstoffgas und durch einen Draht wird eine kleine Schwefelkugel hinein gebracht, nachdem das Gas über dem Quecksilber abgesperrt worden. Es handelt sich nun darum, die Schwefelkugel in Brand zu stecken, was nicht vorher geschehen kann; das Gas war gewogen, die Schwefelkugel war gewogen, das Oeffnen des Ballons würde einen Verlust herbeiführen, dasselbe würde mit dem Anzünden des Schwefels stattfinden, die beiden Substanzen müssen also zusammen gebracht werden vor dem Experiment. Der Chemiker weiß sich zu helfen, wo er nicht mit einer glühenden Kohle oder einem Lichte hin

kann, da schickt er die Sonnenstrahlen hin. Man hält ein Brennglas oder einen Brennspiegel so, daß der Focus desselben das Schwefelkügelchen trifft. Alsbald entzündet es sich und da es Sauerstoff ist, in welchem die Verbrennung stattfindet, so geht dieselbe sehr lebhaft vor sich. Man bemerkt jedoch dabei keine Veränderung des Volumens des Gases in dem Ballon, diejenige ausgenommen, welche sich auf die Erhöhung der Temperatur schieben läßt. Nach vollendeter Verbrennung und erfolgter Erkältung steht das Quecksilber in dem Gefäß und außerhalb desselben gleich hoch, wie es vor dem Experiment stehen mußte. Hieraus schließt man, daß die schweflige Säure, welche entstanden ist, ein Volumen Sauerstoffgas enthält, welches ihrem eigenen Volumen gleich ist und dieses genügt, um durch eine einfache Rechnung auf die Zusammensetzung der schwefligen Säure zu kommen.

Das specifische Gewicht des Gases ist 2,247, wenn man hiervon abzieht das Gewicht eines Volumens Sauerstoff 1,106, so bleibt

übrig 1,141 für den Schwefel, welches beinahe genau ein Sechstel des Gewichts vom Schwefeldampf ist, dieser nämlich hat 6,657 und dies mit 6 dividirt, giebt 1,109½, also besteht schweflige Säure aus 1 Volumen Sauerstoffgas und ⅙ Volumen Schwefeldampf; in Procenten auf 100 Theile schwefliger Säure etwas mehr als fünfzig Schwefel, etwas weniger als 50 Sauerstoff, nämlich 50,87 Schwefel und 49,13 Sauerstoff, welches 100 giebt. Wenn man nicht ganz genau, aber sehr nahe daran, ein Aequivalent Schwefel gleich 200 setzt (wenn man Sauerstoff 100 hat), so besteht die schweflige Säure aus 1 Aequivalent Schwefel, 200 und 2 Aequivalent Sauerstoff, auch 200, macht 400 und also im Gewicht auf 100 Theile der Säure 50 Theile Schwefel und 50 Theile Sauerstoff, wie zu Anfang gezeigt worden, woraus auch die Formel SO^2 hervorgeht: ein Aequivalent Schwefel mit 2 Aequivalenten Sauerstoff.

Pelouze giebt in seinem großen, in Frankreich für klassisch gehaltenen Werke auch keine Analyse der schwefligen Säure, sondern er wendet dasselbe Verfahren der Zusammensetzung aus Schwefel und Sauerstoff an, um zu denselben Resultaten zu gelangen.

Schwefelsäure. SO_3.

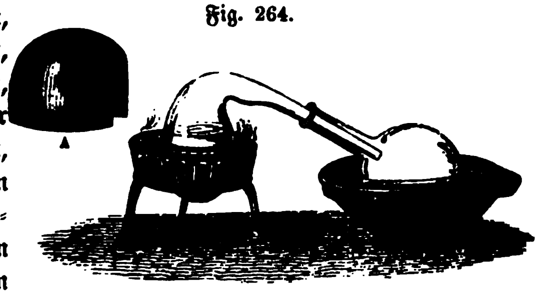
Wir haben bereits gesehen, daß die schweflige Säure, wenn sie Gelegenheit hat, sich mit mehr Sauerstoff zu verbinden, dieses thut und eine höhere Oxydationsstufe des Schwefels daraus hervorgeht, die Schwefelsäure. Dies wird uns den Weg bezeichnen, auf welchem wir die Schwefelsäure gewinnen können. Was schon leicht geschieht durch den Sauerstoff der Luft, wird noch leichter geschehen durch eine Substanz, welche Sauerstoff in größerer Menge und nicht gar zu fest gebunden enthält. Wenn man z. B. einen Strom schwefliger Säure in Gasform durch Salpetersäure leitet, welche zum Kochen erhitzt ist, so verdichtet sich die schweflige Säure vollständig und wird zu Schwefelsäure, indessen die Salpetersäure auf eine niedrigere Oxydationsstufe, auf die der Untersalpetersäure zurückgeht.

Dieses Gemenge von Salpeter und Schwefelsäure, so wie von Wasser, welches in der concentrirten Salpetersäure enthalten war und sie zum Hydrat machte, wird in eine Retorte gebracht und der Destillation unterworfen. Es entweicht die Salpetersäure und das Wasser; es muß dabei nach und nach immer stärkere Erhitzung angewendet werden, je mehr jene Substanzen sich verflüchtigen, je concentrirter die zurückbleibende Schwefelsäure wird, desto höher steigt der Siedepunkt des noch in der Retorte vorhandenen Gemenges, bis endlich bei einer Temperatur von 325° alle fremden Bestandtheile verflüchtigt sind, eine weitere Erhöhung der Temperatur nicht mehr eintritt und, wenn man nun die Destillation noch fortsetzt, in eine sehr schwere, höchst saure Flüssigkeit übergeht, die concentrirte Schwefelsäure, ein Gemisch aus der wasserfreien Säure und Wasser, ein Hydrat derselben.

Diese Eigenschaft der höchst geringen Flüchtigkeit zeichnet die Schwefelsäure zu ihrem Vortheil und zu ihrem Nachtheil vor den meisten andern Säuren aus, wegen dieser geringen Flüchtigkeit kann die Destillation nur bei sehr hohen Hitzegraden geschehen (sie kocht erst bei 325° und darüber) und dies macht die Operation wirklich gefährlich. Die Flüssigkeit ist zuvörderst sehr schwer, beinahe doppelt so schwer als Wasser, sie fordert eine äußerst hohe Temperatur, die Gasblasen, welche sich bei so hoher Temperatur aus der schweren Flüssigkeit entwickeln, verursachen Stöße der Säure gegen den Boden und es kommt, besonders wenn die Retorten tief sind, nicht selten vor, daß dieselben zerschlagen werden, welches außer dem Geldverluste, der damit verknüpft ist, noch höchst gefährlich für die Laboranten werden kann.

Um solche Gefahr zu vermeiden, legt man entweder ein paar Dutzend ick Platindraht von verschiedener Länge ganz unregelmäßig in die Säure, daß die Fäden sich nach den verschiedensten Richtungen kreuzen, dann zen nicht große Blasen vom Boden der Retorte auf, sondern es entkeln sich unzählige kleine Dampfströme von den Drähten aus und durchichen nunmehr unschädlich oder ohne nachtheilige Folgen die Flüssigkeit, r man heizt, was noch zweckmäßiger ist, die Retorte nicht von unten, dern von der Seite. Fig. 264 giebt eine Andeutung davon. Man t in dem Kohlenbecken, ches die Retorte umgiebt, zweites Becken stehn, ches concentrisch in der tte des größeren liegt, selbe ist unten ganz offen so weit, daß die Rete durch das Kohlenbecken aus ragt, unten also von Kohlen gar nicht berührt werden kann.

Fig. 264.



Zwischen das äußere und das innere Gitter bringt man die Kohlen, che nun die Retorte ringförmig umgeben, so daß deren Gluth die Seiten in, nicht zugleich den Boden trifft, hierdurch wird bewerkstelligt, daß Blasen sich entwickelnder Schwefelsäuredämpfe nicht durch die ganze sse, sondern nur an den Wänden hinaufsteigen, das Zusammenschlagen Flüssigkeit gegen den Boden, welches die harten Stöße hervorbringt, o gar nicht stattfinden kann.

Die concentrirte Schwefelsäure ist so wenig flüchtig, daß sie bei allen en Vorsichtsmaßregeln noch nicht in die Vorlage gelangen, sondern sich der oberen Wölbung der Retorte niederschlagen und von da zurückßen würde, indem dieser obere Theil des Glases durch die umgebende t immer niedriger temperirt erhalten werden würde als die kochende ure selbst. Um sie nun zu zwingen, einen weiteren Verlauf zu nehmen, t man über die Retorte und die Kohlenpfanne einen Dom A von urzblech, der den Luftwechsel hindert. Nun bleibt nicht nur die ze zusammen, welche durch die Dämpfe an dem Glase sich niederlagend erregt wird, sondern die von den Kohlen aufsteigende Gluth ert die Retorte noch mehr als sie durch die Dämpfe erhitzt wird, die teren finden also hier keinen niedriger temperirten Raum, um sich daran derzuschlagen und müssen, da immer neue entwickelt werden, sich einen iteren Weg suchen. Der Hals der Retorte steht ihnen offen und der lben, in welchen er mündet, wird stets kalt erhalten, dorthin ziehen sie,

dort schlagen sie sich nieder, dort findet man die concentrirte, destillirte, gereinigte Schwefelsäure.

Natürlich wird diese Procedur erst vorgenommen, wenn die Salpetersäure und das Wasser (so weit es nicht zur Schwefelsäure gehört) entfernt worden sind und die Temperatur auf solche Höhe gestiegen ist, daß sie den Kochpunkt der concentrirten Schwefelsäure (315°) anzeigt.

Die concentrirte Schwefelsäure ist eine ölartige, schwer bewegliche Flüssigkeit (daher ihr Name Vitriolöl), welche ein specifisches Gewicht von 1,843, also beinahe die doppelte Schwere des Wassers hat. Die Säure ist in diesem Zustande so wenig flüchtig, daß man sie dreist in ganz offenen Gefäßen stehen lassen könnte (was sich jedoch aus einem andern, sogleich zu berührenden Grunde verbietet), ja das empfindlichste Prüfungsmittel auf Anwesenheit von Schwefelsäure, das Barytwasser, giebt keine Spur verdampfender Säure an. Wenn man unter die Glocke einer Luftpumpe ein Schälchen mit in Wasser aufgelöstem Baryt und daneben ein anderes Schälchen mit der völlig reinen aber höchst concentrirten Schwefelsäure stellt und man die Luft auszieht, so entsteht über den beiden Gefäßen ein luftleerer Raum, in welchem die Flüssigkeiten möglichst leicht verdampfen können; Baryt verbindet sich äußerst lebhaft mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Baryt, welcher im Wasser unlöslich ist und also dasselbe durch seine feine Vertheilung milchig macht; allein obschon ein Tropfen mit tausendfach viel Wasser verdünnter Säure genug ist, um eine Trübung in der Barytlösung hervorzubringen, so findet doch eine solche bei dem gedachten Experimente nicht statt, welches beweist, daß die Schwefelsäure selbst im luftleeren Raume nicht wahrnehmbar verdunstet.

Dieser geringe Grad von Flüchtigkeit darf jedoch nicht verführen, die Gefäße mit Schwefelsäure wirklich offen stehen zu lassen, man würde eine unwillkommene und bald eine gefährliche Vermehrung der Säure zu befürchten haben. Die Schwefelsäure ist nämlich dergestalt hygroscopisch, daß sie alle Feuchtigkeit, die sich ihr darbietet, sofort aufnimmt, zu Wasser verdichtet und sich damit verdünnt; dies geht so weit, daß sie in einem verschlossenen Raume die Feuchtigkeit gänzlich absorbirt und die über ihr stehende Luft trocknet.

Das Wasser vermehrt nun ihr Volumen und endlich läuft das Gefäß über und die Säure ergießt sich über den Rand desselben und zerfrißt und zerstört alles, dem sie nahet, ja sie ist so begierig nach Wasser, daß sie es in denjenigen Körpern bildet, in denen sie Wasserstoff und Sauerstoff findet, darum verkohlt sie Holz und Kork und überhaupt Pflanzenstoffe, diese bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die Säure vereinigt den Sauerstoff und Wasserstoff zu Wasser, wo sie mit dem Kork &c. in

Berührung steht und läßt die Kohle übrig, welche die Oberfläche des Korkes überzieht, als wäre derselbe dem Feuer ausgesetzt gewesen.

Da die Säure sich mit dem Wasser sehr lebhaft verbindet, so ist es durchaus unstatthaft, Wasser behufs der Verdünnung — wie sie in allen chemischen Laboratorien täglich gefordert wird — in die Säure zu gießen, ist die Säure recht concentrirt, so folgt stets eine gefährliche Explosion. Das aufgenommene Wasser wird zum Theile verdichtet und entsteht dadurch eine solche Temperaturerhöhung, daß ein anderer Theil des zugegossenen Wassers dadurch verdampft. Diese plötzliche Dampfentwickelung wirft zum mindesten eine Menge Säure aus dem Gefäß, wenn es dasselbe nicht zersprengt und die Flüssigkeit also Gelegenheit erhält, die schrecklichsten Zerstörungen anzurichten. Wenn man einen Tropfen Wasser auf englische Schwefelsäure fallen läßt, welche lange nicht mehr so concentrirt ist, als die nordhäuser, so zischt dieser Tropfen, als fiele er auf heißes Eisen, umgekehrt darf man die nordhäuser Säure tröpfelnd auf Wasser bringen, um dieselbe Erscheinung zu haben. Will man Schwefelsäure verdünnen, so muß man immer die Säure in das Wasser gießen. Geschieht dies im ruhigen Zustande des Wassers, so sinkt die Säure in einem deutlich sichtbaren Faden durch das Wasser hindurch und bildet unten in dem Glase eine horizontale Fläche, welche eben so von dem Wasser zu unterscheiden ist, als ob es Oel wäre, nur die Fläche, in welcher sich Wasser und Säure berühren, ist nicht klar und spiegelnd wie wenn Wasser und Oel über einander stehen; diese Flüssigkeiten wirken nämlich nicht auf einander, die Säure aber arbeitet immerfort daran, sich mit dem Wasser zu verbinden und dies geschieht in einiger Zeit vollständig und gefahrlos, wenn das Gefäß die ungleiche Erhitzung aushält, rührt man aber Säure und Wasser durch einander, so findet die Verbindung überall statt, so wie durch die ganze Masse eine Erhitzung gleichmäßig stattfindet.

Gießt man auf englische Schwefelsäure Wasser, so lagert sich dieses oben ab, wo aber die Berührungsfläche zwischen den beiden Flüssigkeiten befindlich, da ist die Erhitzung so stark, daß in der Regel das Glas hier springt, als ob es mit einem Diamant abgeschnitten wäre; dasselbe findet natürlich auch in dem oben angeführten Falle statt, da man Säure in das Wasser gießt. Die geringe Fähigkeit, Wärme zu leiten, welche den Flüssigkeiten eigen ist, verursacht, daß die Hitze, welche an dieser Stelle stattfindet, sich nach unten hin gar nicht, nach oben hin aber nur in einem geringen Grade durch Aufströmen der erwärmten Wassertheile fortpflanzt, für welche aber wieder kältere hernieder geführt werden, woher also die heiße Schicht zwischen zwei kalten Flüssigkeiten schwebt, die Wirkung also um so auffallender ist an der Stelle, wo sie (die hohe Temperatur) sich äußern kann.

Die bedeutende Erhöhung der Temperatur der Mischung von Wasser und Schwefelsäure rührt davon her, daß Wasser in feste Gestalt übergeht, wobei immer Wärme frei wird (S. S. 210) und das Festwerden rührt davon her, daß ein Antheil wasserfreier Säure in der concentrirten Schwefelsäure vorhanden ist, welche das Wasser bindet, um sich damit zu einem Hydrat umzugestalten.

Umgekehrt wird durch Flüssigwerden des Wassers (aus dem starren in den geschmolzenen Zustand übergehend) Wärme gebunden. Dieser Streit kann sich ausgleichen in concentrirter Schwefelsäure. Dieselbe schmilzt Eis mit außerordentlicher Lebhaftigkeit, um sich des werdenden Wassers zu bemächtigen; durch das erstere wird Wärme gebunden, durch das andre wird Wärme frei, vier Theile Säure mit einem Theile Eis erhitzen sich bis auf 100 Grad, vier Theile Eis mit einem Theile Säure sinken bis auf 20° unter Null herab. Man sieht leicht ein, daß man ein Gewichtsverhältniß wird finden können, bei welchem weder eine Erhöhung noch eine Erniedrigung stattfindet, allein da die Temperatur des Eises und der Säure hier mitspielen, so kann man nicht ein für alle Mal das Verhältniß feststellen, sondern man muß es für jeden speciellen Fall ermitteln.

Schwefelsäure ist eine derjenigen, welche in ungeheurer Menge gebraucht, zu außerordentlich vielen technischen Arbeiten verwendet werden; man bereitet sie daher fabrikmäßig auf zweierlei Art, entweder indem man sie durch verbrennenden Schwefel erzeugt oder indem man die in schwefelsauren Salzen vorhandene Säure von denselben trennt. Es ist von Interesse und von Wichtigkeit, beide Methoden zu betrachten. Als mit der einfacheren wollen wir mit der letzteren beginnen.

Nordhäuser Schwefelsäure, rauchende Schwefelsäure.

Die alte Kaiserresidenz Nordhausen (wie bescheiden waren die Kaiser damals, Nordhausen, Quedlinburg am Harz, Gelnhausen am westlichen Abhange des Rhöngebirges, waren wegen ihrer Schönheit hochberühmte Kaisersitze) hatte sich eine Zeitlang an die Spitze einiger Industriezweige heterogener Art gestellt, unter denen die Bereitung der rauchenden Schwefelsäure und des Kornbranntweines obenan standen, die Producte führten den Namen der Stadt als besonderen Empfehlungsbrief; Nordhäuser Korn existirt noch, dagegen Nordhäuser Schwefelsäure nur noch dem Namen nach,

denn die letzte Fabrik derselben, welche der Verfasser noch im Jahre 1847 besuchte, ist indessen auch eingegangen.

Die Fabrication dieser Säure wird jetzt in Böhmen und in anderen Ländern, ja sie wird eigentlich in jeder großen Anlage für die Bereitung von Chemikalien betrieben, da aber der Harz so sehr reich an Mineralien ist, aus welchen man sie gewinnen könnte, so ist es fast zu verwundern, daß die Bewohner von Nordhausen sich diesen Fabrikationszweig haben entwinden lassen.

Es giebt verschiedene Metalloxyde, welche, mit Schwefel verbunden, ein schwefelsaures Salz bilden, so das Calciumoxyd, das Kupferoxyd, das Eisenoxydul. Wir haben hier sehr gelehrt gesprochen und konnten es eigentlich wohlfeiler haben, schwefelsaures Calciumoxyd heißt auf deutsch Gyps und die beiden andern Salze nennt man gewöhnlich Kupfervitriol und Eisenvitriol, auch nach der Farbe, blauen oder grünen Vitriol.

Kupfervitriol ist zu theuer, um denselben auf Schwefelsäure zu verarbeiten, Gyps läßt die Schwefelsäure selbst in der Glühhitze nicht los, Eisenvitriol ist dagegen höchst brauchbar und wegen der Gewinnung aus dem „Vitriol" und der öligen Beschaffenheit desselben heißt das Product oder Educt auch „Vitriolöl".

Das schwefelsaure Eisenoxydul enthält eine große Menge Wasser; um dieses zu entfernen, läßt man dasselbe an der Luft verwittern und unterstützt das Entweichen des Wassers durch eine mäßige Erwärmung. Bei stärkerer Erhitzung läßt es einen Theil seiner Schwefelsäure los, allein diese verwandelt sich in schweflige Säure und der frei werdende Antheil Sauerstoff verbindet sich mit dem Eisenoxydul zu einer höhern Oxydationsstufe, zu Eisenoxyd, damit dieses nicht zu Verlusten von Schwefelsäure führe, pflegt man die Oefen, in denen die Destillation vorgenommen wird, so einzurichten, daß ihre Seitenwände gemauerte Kasten bilden, zu welchen die Luft von allen Richtungen her gelangen kann und die durch die sonst verloren gehende Wärme der Ofenmauern ziemlich stark erhitzt werden. In diese Kasten bringt man die zu verarbeitenden Eisensalze, welche nun sowohl entwässert als durch den Luftzutritt, wenn auch nicht vollständig, so doch zum großen Theile höher oxydirt werden.

Das so getrocknete schwefelsaure Eisensalz hat jetzt statt sieben Antheile Wasser nur noch einen, bei längerem Rösten sogar noch weniger; dies beabsichtigt man aber nicht, denn eine gewisse Quantität Wasser ist nöthig, wenn man nicht die wasserfreie Schwefelsäure haben will, die ein sehr gefährlicher und als solche wasserfreie Säure doch nicht anwendbarer Körper ist.

Wir sehen in Fig. 265 den Durchschnitt eines sogenannten Galeerenofens, eines lang gestreckten Gewölbes, durch dessen ganze Länge das auf einer Seite geschürte Flammenfeuer streicht, um die darin liegenden Retorten A zu heizen, nach und nach bis zur Weißglühhitze zu bringen.

Fig. 265.



Die Retorten sind nicht groß, sie werden aus feuerfestem Thon so geformt, daß sie etwa 2½ bis 3 Pfund Eisenvitriol fassen können, ihre flaschenartige Gestalt weicht darin von andern Retorten ab, daß der Hals sich nicht verengert, sondern nach der Mündung zu erweitert, sonst steckt man nämlich die Retorte in die Vorlage, hier umgekehrt, die Vorlage in die Retorte, damit der Thon, mit welchem die Verbindungen zugestrichen, lutirt werden, nicht etwa beim Trennen der Verbindungsstelle in die Vorlage fallen und sie verunreinigen könne.

Man legt gerne mehrere Reihen Retorten, wenigstens zwei, oft auch drei, wie die Figur zeigt, über einander; die Vorlagen B sind gestützt durch Mauervorsprünge, werden gut mit Thon bestrichen in die Retortenhälse geschoben, doch erst wenn nach dem Anheizen aus den bis dahin offenen Mündungen sich weiße Dämpfe zu entwickeln beginnen. In dem Raume zwischen der Ofenwand und den Stützen für die Vorlagen pflegt man den Eisenvitriol aufzuschütten und zur Destillation durch die Röstung vorzubereiten.

Waren die Salze sehr trocken und befindet sich in der Vorlage kein Wasser, so verdichten sich die Dämpfe darin zu der wasserfreien Säure, welche eine faserig krystallische zähe Maße bildet. Die Vorlagen müssen in diesem Falle gut gekühlt werden, indem die wasserfreie Säure sehr flüchtig ist. Die feine nadel- und sternförmig zusammengefügte Masse, welche äußerlich dem Asbest ähnlich sieht, hat ein specifisches Gewicht von 1,95 (also beinahe doppelt so schwer als Wasser), schmilzt schon bei 23 Grad zu einer farblosen Flüssigkeit und siedet bei 52, wobei sie farblose Dämpfe abgiebt.

Diese wasserfreie Säure ist höchst begierig nach Wasser, mit welchem sie sich vehement verbindet; ein Stück dieser Säure in Wasser geworfen, macht ein zischendes Geräusch, stärker als ein Stück glühenden Eisens. Wegen dieser Begierde nach Wasser findet man die Schwefelsäure immer nur als Hydrat und zwar giebt es verschiedene Hydrate, deren zweites die nordhäuser rauchende Schwefelsäure ist.

Um nämlich nicht wasserfreie Säure zu bekommen, die nur für den Chemiker von Wichtigkeit ist, läßt man das schwefelsaure Eisensalz nicht dergestalt trocknen, daß es alles Wasser verliert, sondern nur so daß es

sechs Siebentel desselben abgiebt; mit dem letzten Siebentel verbindet sich nun die wasserfreie Säure und giebt in der Vorlage das Vitriolöl; wenn der richtige Grad von Trocknung überschritten worden ist, so schlägt man in die Vorlage einige Loth Wasser vor, damit die wasserfreie Säure hier gleich das ihr nöthige Bindemittel finde.

Hat man dieses Hydrat, welches durch die Formel SO_3 HO bezeichnet wird und will man das erste haben, so stellt man es dar, indem man wasserfreie Schwefelsäure hinzuleitet, dann bekommt es die Zusammensetzung 2 SO_3 HO, d. h. doppelt so viel Schwefelsäure auf dieselbe Quantität Wasser wie bei dem Vitriolöl.

Ist schon dies letztgenannte sehr ätzend, so ist es das erste Hydrat noch viel mehr, allein es ist nicht beständig, es raucht an der Luft und geht, indem es wasserfreie Säure verliert, in die zweite Stufe über.

Die gedachten beiden Hydrate und die wasserfreie Säure kann man durch die Destillation des schwefelsauren Eisensalzes erhalten, indem man die Procedur wiederholt. Wenn im Verlauf von 24 Stunden und mehr die Hitze nach und nach so gesteigert worden, daß die Retorten weißglühend sind, so werden die Vorlagen abgenommen, mit eisernen Schaufeln stößt man das Eisenoxyd, was den Rückstand bildet, los, holt es aus der Retorte heraus, bringt neues Eisensalz hinein und legt dann mit guter Lutirung dieselbe Vorlage noch einmal an, dieses wird zum dritten und vierten Male bewerkstelligt, endlich hat die Flüssigkeit in der Vorlage einen der gedachten Grade und es kommt nur darauf an, welchen derselben man haben will.

Es giebt aber noch ein drittes Hydrat, welches grade doppelt so viel Wasser hat als das zweite und viermal so viel als das erste. Dieses Hydrat, welches man mit $SO_3 + 2HO$ bezeichnen würde, hat die Eigenschaft, bei einer scheinbar öligen Beschaffenheit, schon bei 6° über Null zu langen und großen sechsseitigen Prismen zu erstarren, deshalb hat dieses Hydrat den Namen Eisöl erhalten.

Mit noch einem Aequivalent Wasser ($SO_3 + 3HO$) entsteht das vierte Hydrat, welches aber nicht beständig ist, sondern immer Wasser an die Luft abgiebt und so allmälig in das dritte Hydrat übergeht. Dieses dagegen und die früheren Hydrate nehmen Wasser aus der Luft auf und zwar in feuchter Luft so stark, daß sie ihr fünfzehnfaches Gewicht condensiren — ein sonderbarer Widerspruch, um so mehr, als jedenfalls ein Augenblick eintreten muß, in welchem aus dem dritten Hydrat das vierte geworden ist, welches nunmehr Wasser abgeben sollte, statt welches aufzunehmen. Der Schlüssel zu diesem Räthsel liegt in den Worten „in feuchter Luft“ an diese geben die Hydrate nichts ab, mit Feuchtigkeit

gesättigte Luft kann bei der Temperatur, bei welcher sie sich als gesättigt zeigt, kein Wasser mehr aufnehmen (bei höherer allerdings, allein bei dieser höheren Temperatur ist die Luft wieder nicht gesättigt und so lange dieses noch nicht der Fall, kann sie auch wieder Feuchtigkeit aufnehmen) aus solcher mit Feuchtigkeit gesättigten Luft nehmen aber alle Hydrate das Wasser mit Begierde auf und die ersten Hydrate so lebhaft, daß sie gar nicht die Sättigung der Luft mit Feuchtigkeit abwarten, sondern im Gegentheil dieselbe vollkommen trocknen, die letzte Spur von Feuchtigkeit an sich raffen, deshalb sie in chemischen Laboratorien in der Regel zur Austrocknung von Gasen angewendet werden.

Die auf dem gedachten Wege erzielte sogenannte Nordhäuser Schwefelsäure wird in der Regel von den Chemikern angewendet, um wasserfreie Schwefelsäure darzustellen, denn das Vitriolöl ist ein Gemenge von dieser und dem ersten Hydrat, es darf nicht so viel Wasser in der Säure enthalten sein, um auch die wasserfreie Schwefelsäure zum Hydrat zu machen, denn mit dem Augenblick, wo dies geschieht, hört sie auf rauchende Säure zu sein; die Eigenschaft zu rauchen, an der freien Luft weiße Dämpfe auszustoßen, um damit den Beweis ihrer hohen Concentration zu liefern, rührt nur von ihrem Antheil an freier, wasserfreier Schwefelsäure her, diese nämlich entweicht langsam an die Luft, findet dort Feuchtigkeit und verbindet sich mit dieser zu dem zweiten Hydrat ($SO_3 HO$), welches sehr schwer flüchtig ist und sich sofort als Bläschendampf niederschlägt. Dieser Dampf ist so ätzend als die Säure selbst und gefährlicher, indem er überall hin dringt.

Nächst diesem wissenschaftlichen Gebrauch ist aber der technische, den man von der rauchenden Schwefelsäure macht, ein viel allgemeinerer, die Indigofärberei könnte ohne dieselbe gar nicht bestehen, zur Entfernung des Kupfers aus der Oberfläche der Silberarbeiten, bedient man sich ihrer gleichfalls, indem sie wohl das Kupfer nicht aber das Silber angreift.

In Frankreich bereitet man jetzt das Vitriolöl im Großen aus doppelt schwefelsaurem Natron ($NaO + 2SO_3$), nachdem man vorher gewöhnliche Schwefelsäure bereitet hat, es ist also hier weniger ein Gewinn der concentrirten Säure, als gewissermaßen ein Filtriren derselben durch ein Filtrum, welches das Wasser zurückhält.

Man glühet 3 Theile des gewöhnlichen schwefelsauren Natrons, welches unter dem Namen Glaubersalz allgemein bekannt ist, so aus, daß es wasserfrei wird (man calcinirt dasselbe) dann setzt man zwei Theile concentrirte Schwefelsäure dazu. Dieses Gemenge erhitzt man in dem Ofen bis zum dunklen Rothglühen, dabei schwillt die Masse blasig auf, verliert sehr viel Wasser, schmilzt endlich und wird dann auf flache Steine ausgegossen.

So wie das nunmehr gebildete doppelt schwefelsaure Natron erstarrt und rkaltet ist, zerbricht man es in kleine Stücke und behandelt es alsdann vollständig wie das schwefelsaure Eisen, man bringt es in steinerne Retorten, die in einen Galeerenofen eingemauert sind und legt wie dort die Vorlage leer und trocken an, wenn man wasserfreie Schwefelsäure haben will, mit etwas Wasser (oder noch besser mit etwas englischer Schwefelsäure) vorgeschlagen, wenn man rauchende, d. h. nicht wasserfreie aber höchst concentrirte Schwefelsäure haben will.

Was hier in den Retorten zurückbleibt, ist wiederum Glaubersalz oder gewöhnliches schwefelsaures Natron. Es wird behandelt wie früher, wird n doppelt schwefelsaurem Natron erhoben und die wasserfreie Säure wird avon abdestillirt.

Diese Methode ist viel ausgiebiger als die frühere, sie setzt aber voraus, daß man schon englische Schwefelsäure habe, indeß die Gewinnung us Eisenvitriol eine Säure liefert, welche nicht vorher in der chemischen fabrik hat gemacht werden dürfen.

Eine höchst merkwürdige Erscheinung bietet noch die Bereitung der wasserfreien Schwefelsäure durch Platinschwamm. Wenn man eine Porellanröhre mit diesem fein vertheilten Platina füllt, in rothglühenden Zustand versetzt und durch diese Röhre die Dämpfe von schwefliger Säure mit Sauerstoff vermischt, treibt, so oxydirt die schweflige Säure sich höher nd die aus der Röhre entweichenden Dämpfe sind wasserfreie Schwefelsäure und können in einer erkalteten Vorlage entweder zu Krystalle verdichtet werden oder können mit englischer Schwefelsäure (oder mit Wasser) ufgefangen werden und eines oder das andere nach und nach in rauchende Schwefelsäure verwandeln. Regnault macht hierzu die sehr richtige Bemerkung: dies sei einer von jenen geheimnißvollen Vorgängen in der Natur, welche unerklärlich sind und durch ein Wort, durch einen Namen, den man hm giebt (Contactwirkung, katalytische Kraft), nicht erklärt oder auch nur er Erklärung näher gebracht werden.

Wenn man Sauerstoff und Schwefelsäuredampf mit einander mischt, so bleiben sie völlig indifferent gegen einander, auch die Glühhitze verändert e nicht, denn man kann das Gasgemenge nicht durch eine glühende Porzellanröhre, sondern durch zehn hintereinander führen, es findet kein egenseitiges Ergreifen, kein Vereinigen statt; sobald sie jedoch Platinschwamm finden, verbinden sie sich an demselben und gehen als neuer Körper aus der Röhre hervor, in welcher Platinschwamm übrigens völlig unverändert zurück bleibt, also zur Bereitung von ungemessen viel concentrirter Schwefelsäure angewendet werden kann.

Bei der Gewinnung von Schwefelsäure aus schwefelsauren Salzen

hat man sehr zu unterscheiden, ob die Basen dieser Salze stark oder schwach sind; die starken Basen, die Alkalien und Erden, Kali, Natron, Baryt, Kalk erleiden selbst bei der lebhaftesten Hitze keine Veränderung, welche ein Abscheiden der Schwefelsäure hervorbrächte — das vorher angeführte Beispiel ging nicht schwefelsaures Natron, sondern doppelt schwefelsaures Natron an — die weniger starken Basen aber, wie die Oxyde einiger der uns bekannten Metalle, entlassen die Säure, ohne daß sie gleichzeitig zersetzt würde. Ist dieses der Fall, so kann doch in sofern eine günstige Modification eintreten, als bei der Erhitzung zwar die Schwefelsäure in schweflige Säure und Sauerstoff zerlegt, aber zugleich aus den Metalloxyden so viel Sauerstoff erzeugt wird — abgeschieden wird, daß dadurch die schweflige Säure wieder in die höhere Oxydationsstufe (welche sie vorher inne hatte) zurückgeführt wird. Einige Oxyde entlassen aber die Säure bei so niederer Temperatur, daß sie dadurch nicht zerlegt wird, darauf beruht die Fabrikation der rauchenden Schwefelsäure.

Englische Schwefelsäure.

Einer der bedeutendsten, großartigsten Fabrikationszweige ist der einer concentrirten Schwefelsäure, welche nicht mehr raucht, aber doch ein eigentliches Hydrat (d. h. $SO_3 + HO$ das zweite Hydrat, ein Antheil wasserfreie Schwefelsäure mit einem Antheil Wasser chemisch vereinigt) nur mit noch einer unbestimmten Quantität Wasser vermischt, aber nicht chemisch vereinigt, ist. Dieses ist die sogenannte englische Schwefelsäure.

Die schwunghafte Production der Schwefelsäure schreibt sich aus der Zeit her, wo man nicht mehr das Natron nahm oder suchte, wie es die Natur gab, sondern es künstlich zu bereiten begann aus dem Kochsalz, in welchem es mit Salzsäure vereinigt ist, die man durch Schwefelsäure vertreibt, worauf Kohle und Kalk in der Glühhitze die Vertreibung der Schwefelsäure und die Verwandlung des schwefelsauren Salzes in ein kohlensaures vollenden.

Zu jener Zeit ward die Schwefelsäure sehr gesucht nnd sie ist seitdem ein immer mehr und immer massenhafter begehrter Artikel geworden. Bis dahin war die Säure weniger gebraucht worden und die technische Bereitung derselben hatte nur sehr langsam Fortschritte gemacht. Schon Basilius Valentinus fand bei seinen Versuchen, Gold zu machen

der Alchymie dankt die ganze Chemie ihre Existenz — damals wanderte les durch Schmelztigel und Retorte und man entdeckte Verbindungen und achte Scheidungen hervor, an welche bis zum Augenblick der Entdeckung in Mensch gedacht hatte), daß grüner Vitriol, der Destillation unterorfen, eine ölartige, ätzende, saure Flüssigkeit gebe; das war der Ursprung r Bereitungsart, deren wir erwähnt haben. Später entdeckte man, daß chwefel, in feuchter Luft verbrennend, eine ähnliche Säure gebe. Man rbrannte den Schwefel unter gläsernen, mit Luft gefüllten Glocken, verößerte die Apparate, indem man Glasballons von 50, von 100 und ehr Quart Inhalt anwandte; endlich im Jahre 1694 soll in England e erste Schwefelsäurefabrik mit Bleikammern eingerichtet worden sein d von da schreibt sich die Benennung „englische Schwefelsäure" her. ie französischen Fabrikanten Lewery und Lefebre erwähnen dieser Beitungsart im ersten Viertel des 18ten Jahrhunderts, verbessern sie aber sentlich, indem sie die Verbrennung des Schwefels durch eine Substanz terstützen, welche beim Verbrennen viel Sauerstoff entwickelt. Sie operten noch mit Glasballons, die nicht nur mit atmosphärischer Luft erllt waren, sondern in welche auch frische Luft gebracht werden konnte. n solche Ballons ward auf einem eisernen Löffel Schwefel und Salpeter it einander gemengt, angezündet und verbrannt. Dies gab eine bedeutend ößere Ausbeute, indem der Schwefel sofort den nöthigen Sauerstoff vornd, um sich zu Schwefelsäure zu oxydiren. Wasserdämpfe, die man in n Ballon strömen ließ, oder Wasser, womit man die Wände desselben netzte, nahm die gebildete Säure sofort auf.

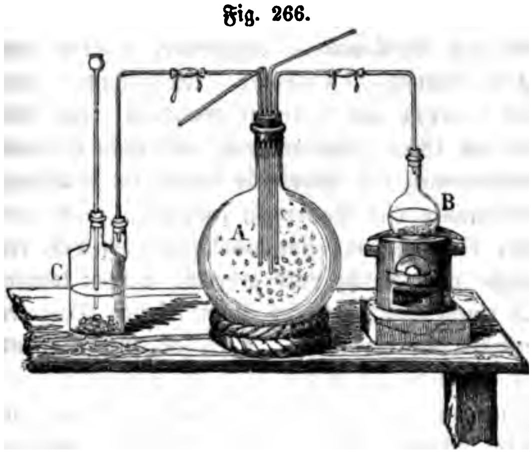
Nun erzählt uns Payen in seinem Précis de chemie industrielle . 110), daß Kattunfabrikanten in Rouen die Methode der unausgesetzten erbrennung des Schwefels in mit Blei ausgefütterten Kammern erichten, erfanden und daß sie diese Methode im Jahre 1774 zur Ausführng im Großen brachten, damals aber war Frankreich zwar durch seine zarren Moden und durch seine Galanterie bekannt, keineswegs aber rch seine Industrie, demnächst aber ist, wenn man selbst die Nachricht von r Errichtung der ersten Schwefelsäurefabrik am Ende des 18ten Jahrnderts bezweifeln will, doch dieses historisch feststehend, daß Roebuck Birmingham im Jahre 1746, d. h. beinahe 30 Jahre früher, die großen leikammern errichtete, welche noch jetzt seinen Namen tragen.

Diese Methode, wenn schon in Einzelheiten verbessert, indem man cht Salpeter, sondern Salpetersäure gebraucht, wird noch jetzt angendet, denn obschon die Schwefelsäure in den Gewässern vulkanischer inder, in Italien, auf der Insel Java, zu Town of Byron in Nordnerika und im Rio Vinagre in Südamerika ganz frei, nur mit Wasser

stark verdünnt auftritt, in dem letztgedachten Fluß in so ungeheurer Quantität, daß sie auf die allerconcentrirteste Säure reducirt, doch täglich 80,000 Pfund beträgt — eine Quantität, welche den Bedarf der ganzen Erde decken würde, so wird sie doch nirgends an den natürlichen Quellen aufgesucht, sondern ist überall ein Kunstproduct.

Um zu verstehen, was bei Erzeugung der sogenannten englischen Schwefelsäure vorgeht, wollen wir das Experiment in der Gestalt betrachten, in welcher es der Chemiker in seinem Laboratorium anstellen würde.

Fig. 266.

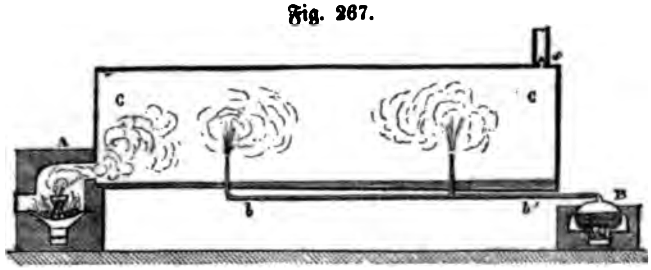


Wir sehen hier einen großen Glasballon A, in welchen vier Glasröhren münden, zwei derselben führen in Gasentwickelungsapparate, zwei andere enden an die freie Luft. In der Retorte B wird aus Kupferoxyd und Schwefelsäure diejenige Säure entwickelt, welche wir auf die gedachte Weise bereiten lernten und welche schweflige Säure heißt. In der Flasche C wird Stickstoffoxyd entwickelt, indem man Salpetersäure auf reine Kupferspäne gießt, davon ein Theil des Sauerstoffes zur Oxydation des Kupfers verwendet wird, der niedriger oxydirte Stickstoff aber als Gas entweicht. Beide Gasarten gelangen durch die ihnen zugehörigen Röhren in den Ballon A, dessen Wände mit Wasser benetzt sind und der mit atmosphärischer Luft (oder, was noch besser wäre, mit Sauerstoffgas, denn nur dieses ist das wirksame) gefüllt ist. Hier verwandelt sich das Stickstoffoxyd (NO_2) in Untersalpetersäure (NO_4), wozu der Sauerstoff verwendet wird, der in dem Ballon vorhanden ist. Aber die vorhandene Feuchtigkeit bringt hier wieder eine Scheidung in Stickstoffoxyd und Salpetersäure hervor. Die Salpetersäure wirkt auf die schweflige Säure, oxydirt dieselbe höher und führt sie in Schwefelsäure über; sie selbst, die Salpetersäure, geht aber zurück auf die Oxydationsstufe der Untersalpetersäure, welche sich abermals und immer wieder beim Zusammentreffen mit dem Wasserdampf in ein Hydrat der Salpetersäure und in Stickstoffoxydgas verwandelt, welches nun wieder in Berührung mit dem vorhandenen Sauerstoff zu Untersalpetersäure wird. Diese Folge von wiederholten

irkungen und Gegenwirkungen geht ununterbrochen fort, so daß, wenn r Sauerstoff in dem Ballon ist, dieselbe Menge Stickstoffoxyd eine be- bige Menge schwefliger Säure in Schwefelsäure überführen kann und man ält dieses Resultat wirklich, wenn man durch eine der beiden offenen hren langsam so viel Sauerstoff einströmen läßt in den Ballon, als jeder- t durch die Salpetersäure und die entstehende Schwefelsäure verzehrt wird.

Es ist begreiflich, daß man ein gleiches, vielleicht ein günstigeres Re- tat noch wird erzielen können, wenn man eine sauerstoffreichere Stick- ffverbindung, Untersalpetersäure oder Salpetersäure anwendet, falls nur ug Wasserdämpfe vorhanden sind, was man dadurch erzielt, daß man Boden des Ballons durch einige Kohlen erwärmt, indem von den ffen Wänden sich nicht genug Feuchtigkeit entwickelt. Die Verbindung d gegenseitige Zersetzung geht auch ohne die Gegenwart der Dämpfe r sich, allein viel langsamer als wünschenswerth, man will die Lösungen d Verbindungen schneller haben, denn „Zeit ist Geld" und dem Fabri- nten kommt es darauf an, dieses zu gewinnen, darum verfährt er auf e Weise, welche diesem Zwecke entspricht; er bringt die Materialien zu- mmen, welche die verlangte Säure bilden und führt Dampf dazu. Würde das letztere nicht thun, so würde er jene Krystalle, welche in kleinen heibchen wie Schneeflocken umher fliegen und sich an die Wände an- en, wie der Ballon der vorigen Figur sie zeigt, erhalten und wie sie ch in den Bleikammern vorkommen, deshalb man ihnen den Trivial- men Bleikammerkrystalle gegeben hat. Genügende Feuchtigkeit hindert e Bildung und diese wird auf die in der Fig. 267 gezeigte Weise zu- führt.

Fig. 267.



Wir sehen hier in einer Durchschnittszeichnung das Princip der winnung von Schwefelsäure in etwas erweiterter Räumlichkeit dar- tellt und wir müssen uns damit vertraut machen, bevor wir den eigent- jen fabrikmäßigen Betrieb, welcher sehr viel verwickelter ist, obschon er ganz hierauf reduciren läßt, verstehen können.

C C dient statt des Ballons A der vorigen Figur, es ist ein mit

Bleiplatten rundum ausgekleideter Raum, der sich nach einer Seite ein wenig senkt. Dieser Raum, die Bleikammer, steht mit einem Ofen A in Verbindung, aus welchem die schweflige Säure in die Bleikammer tritt.

Die untere Fläche des Ofens ist schüsselförmig gestaltet und dient, um den Schwefel unter Zutritt der atmosphärischen Luft zu verbrennen; dies bildet schweflige Säure. Der Sauerstoff der Luft ist es allein, welcher diese Säure in Schwefelsäure verwandelt, jedoch geschieht es nicht direct, sondern durch Uebertragung. Ueber dem brennenden Schwefel innerhalb des Ofens steht ein Gefäß mit salpetersaurem Kali (Salpeter), durch die Erhitzung, welche der brennende Schwefel hervor bringt, wird das salpetersaure Kali zersetzt, die Salpetersäure wird verjagt und es verbindet sich das Kali mit dem Schwefel und die entwickelte Salpetersäure, um welche allein es sich hier handelt, wird mit der schwefligen Säure zusammen durch die breite Ofenmündung in Begleitung von atmosphärischer Luft nach der Kammer C getrieben.

Irgend wo — neben dem Ofen A oder an der entgegengesetzten Seite bei B steht ein Kessel mit Wasser, welcher wohl verschlossen, dabei aber so geheizt wird, daß er viel Dämpfe entwickelt. Diese werden unter einem starken Druck durch die Röhre b, b′ in die Bleikammer getrieben; hier gewähren sie den vereinigt eingetretenen Dämpfen der schwefligen und der Salpetersäure die Möglichkeit rascher Aufeinanderwirkung und es bildet sich sofort Schwefelsäure, welche sich an den Seiten niederschlägt und zum Boden fließt, wo sie sich an der geneigten Stelle sammelt. Oben an der letzten Ecke der Kammer ist ein Abzugsrohr für die stickstoffhaltige, ihres Sauerstoffes beraubte Luft, welche hier entweichen kann durch eine Klappe, die sich nach außen öffnet, aber der Luft verwehrt, nach innen zu dringen, denn obwohl der Sauerstoff der Luft unerläßlich ist, so will man doch nur denjenigen haben, der zugleich mit der schwefligen Säure durch den Ofen einströmt.

Wir können uns nunmehr zu der fabrikmäßigen Bereitung wenden, wie sie, durch hinlänglich viele Experimente erweitert und vollständig wissenschaftlich begründet, ausgeführt wird.

Zuerst müssen wir sagen, was eine Bleikammer ist. Das Wort spricht sich ganz leicht aus, die Sache stellt sich sehr schwer dar.

Nicht eine Kammer, sondern ein Saal, nicht ein Saal, sondern eine Reihe von Sälen wird erfordert, um die Schwefelsäure im Großen zu bereiten. Diese Säle haben 35 bis 40 Fuß Breite, 40 bis 60 Fuß Länge und 30 Fuß Höhe und sollen doch Wände von Blei haben. Wie macht man dieses? Nun man zimmert solche Räume ab und benagelt sie dann mit Bleiplatten.

Nein, geehrte Leser, das geht nicht, denn eiserne Nägel rosten und
ierne Nägel tragen die Last nicht. Es werden Gebäude von den ver=
igten Dimensionen aufgeführt, aus starken Balken, denn sie haben eine
oße Last zu tragen und mit einer Bedachung, die immer ein kräftiges
ingewerk sein muß, denn es hängen Tausende von Centnern daran, die
nze flach ausgebreitete Bleidecke.

Nach innen zu tragen diese Holz= und Fachwerkwände in fünf bis
hs Reihen über einander (die Reihen horizontal verlaufend) starke
erne Haken, an denen die Platten hängen sollen. Das gewalzte Blei
n ein Sechstel Zoll Stärke und von einer überall ganz gleichen Breite,
t eben so viele Oesen auf der Außenseite angelöthet, als Reihen von
iken sind und die Entfernung der Oesen muß auf das Genaueste mit
r der Haken übereinstimmen, damit jeder Haken und jede Oese zur
ifrechthaltung der Last beiträgt; diese Last ist enorm, wenn man denkt,
ß eine einzige Platte 1200 Pfund wiegt und man zu einer Kammer
n der beschriebenen Dimension 140,000 Pfund Blei braucht. Groß
d ausgedehnt müssen die Räume aber sein, denn es ist die atmosphä=
che Luft, welche man braucht und von dieser ferner nur ein Fünftheil,
lches benutzbar ist, so daß von 60 Kubikfuß immer nur ein Pfund ge=
nnen werden kann.

Das Zimmerwerk muß stark genug sein, diese Lasten zu tragen und
m Einfluß der Wasserdämpfe und Säuren, deren Verlust unvermeidlich ist,
widerstehen, eine solche Anlage ist daher sehr kostbar, fordert ein großes
triebscapital; man verwendet deshalb große Sorgfalt auf den Bau,
nn was einmal hineingesteckt ist, kann nicht gelegentlich durch den Ver=
uf des Baues wieder gewonnen, es muß lediglich durch den Betrieb der
brik ersetzt werden.

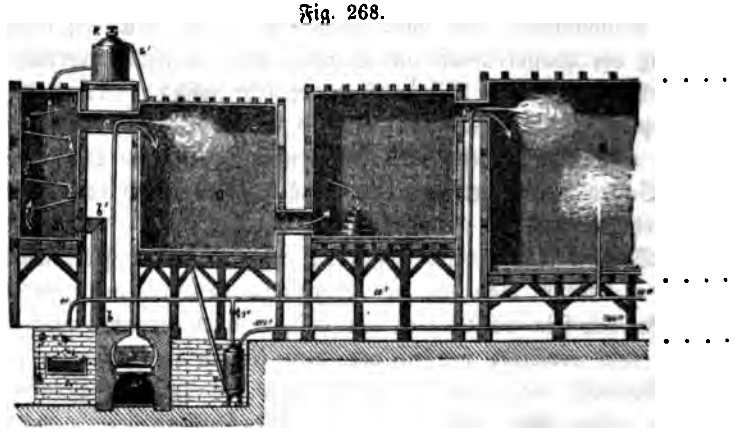
Die Säuren würden aber verloren gehen und das Holz würde zer=
rt werden, wenn man mit der oberflächlichen Bekleidung durch Blei=
itten zufrieden sein wollte, dieselben müssen unter einander durch Pfalzen
rbunden und verlöthet werden und dies ist ein so mühsames als kost=
ieliges Geschäft, denn es darf nicht durch das Loth der Klempner, es
ß durch reines Blei allein, ohne Zusatz, bewerkstelligt werden, weil
ses allein der Säure widersteht, Zinn aber keineswegs. Zur Ver=
hung bedient man sich jetzt wohl nirgends mehr des kupfernen Löth=
bens, dieser ist für dergleichen Geschäfte als antiquirt anzusehen, man
t dazu die schneller und auf einen viel engern Raum wirkende Wasser=
ffgasflamme mit Erfolg in Anwendung gebracht.

Wasserstoffgas wird aus Zink und Salzsäure erzeugt und in sehr
oße Schläuche von luftdichtem Zeuge gebracht, aus denen es durch ein

biegsames Gummirohr mit metallener Mündung an den hängenden Platten auf= und abgeleitet werden kann. Der aus der Mündung dringende Strahl giebt, angezündet, eine so intensive und so dauernde Hitze, daß die Wirkung des Löthkolbens damit gar nicht verglichen werden kann. Durch dieses Mittel gelingt es, zwei Bleiplatten unmittelbar, ohne Dazwischenbringen von Schnellloth, an einander zu schmelzen, sie zu einer homogenen Metallmasse zu vereinigen und dies allein kann den Fabrikanten zufrieden stellen. (Solche Löthkolben mit Gas, auf das Vortrefflichste angefertigt, bekommt man zu sehr civilen Preisen in der Fabrik solcher Gegenstände des Herrn Elsner in Berlin, Zimmerstr. 78.)

Fünf Kammern von ungeheurer, doch unter sich nach den Diensten, welche sie thun sollen, nicht ganz gleicher Größe, werden (nebst einer sechsten und siebenten ganz am Anfange und ganz am Ende, von viel geringerer Dimension) neben einander gebracht. Wie sie stehen, zu zweien oder zu drei, oder alle in einer Reihe, ist ganz gleichgültig und kommt auf die Räumlichkeit an, über welche man zu verfügen hat. Wir haben hier, wie es gewöhnlich geschieht, um der Deutlichkeit halber angenommen, daß sämmtliche sieben Kammern in einer Linie hinter einander liegen, was man allerdings in der Wirklichkeit nirgends findet.

Fig. 268.



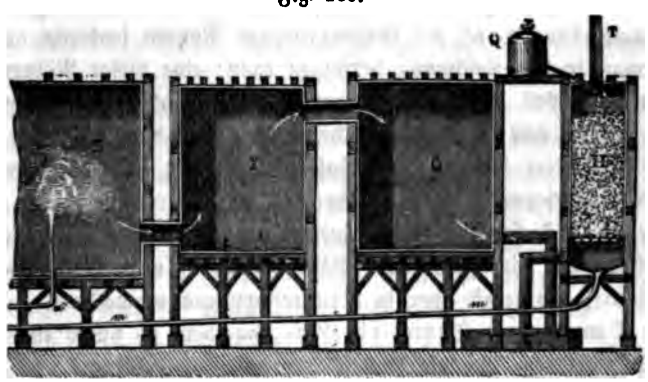
Auf den ersten Blick sehen wir, daß alle Kammern hoch stehen, so daß man unten dazu kann, was wegen der möglicherweise erforderlichen Ausbesserung durchaus nöthig ist, eben so stößt keine Kammer an die andere, sondern jede ist so weit von der andern folgenden oder neben ihr stehenden getrennt, daß bequem zwei Menschen gleichzeitig zwischen ihnen durchkönnen, dies ist auch nöthig, damit bei Ausbesserungen die Arbeiter ungehindert vorüber gehen können, ohne sich in ihren Arbeiten zu hindern.

Beginnen wir die Betrachtung von der linken Seite, so finden wir aselbst unten den Buchstaben A zweimal, einmal auf dem Gemäuer, ein- ual A' in dem kleinen schwarzen Felde. Die beiden A bezeichnen zwei eben einander stehende Oefen, davon der zweite seinen Durchschnitt zeigt, idem man sich das Gemäuer, welches den andern umkleidet, weggenommen enken muß. Man sieht in diesem Durchschnitt A' einen zweiten gewölbten eeren Raum V, einen Wasserkessel, der mit einem Dom oder Helm wohl- erschlossen ist. Zwischen A und V ist ein schmaler niedriger Raum, dies t der Herd, auf welchem der Schwefel verbrennt. Die Schwefelflamme st sehr niedrig zwar, aber sehr intensiv, sie wird benutzt, um den über hr befindlichen Kessel mit Wasser der Dampferzeugung wegen zu heizen.

Genau dieselbe Einrichtung hat auch der andere nebenstehende Ofen, essen Aeußeres wir hier sehen, mit einer Schiebethüre, welche durch alancirende Gegengewichte beliebig weit gehoben und gesenkt und wodurch er Luftzutritt geregelt, der Ofen beschickt werden kann.

Beide Oefen haben einen gemeinschaftlichen Luftfang (Rauchfang ist ier nicht der richtige Name); die schwefligsaure Luft und die Stickstoff- uft, welche beim Verbrennen übrig bleibt, so wie die nicht ihres Sauerstoffs

Fig. 269.



eraubte atmosphärische Luft bringen durch dieses Rohr in die erste kammer ein. Damit dieses mit einer gewissen Kraft und Schnelligkeit eschehe, muß das Zugrohr, zwanzig bis vierundzwanzig Fuß lang, grade ufsteigen.

Der erste Raum, in welchen dieses Luftgemenge tritt, ist eine von en beiden kleinen Kammern, sie ist so hoch wie die anderen, aber sonst on viel geringerer Dimension. Querüber ist sie durch schräg liegende Bleiwände in sechs, sieben und mehr Abtheilungen getrennt und der unten

eintretende Dampf der schwefligen Säure muß, um in die nächste große Bleikammer C zu gelangen, alle diese Etagen durchlaufen.

Oben über dieser Kammer steht ein geräumiges Gefäß mit Schwefelsäure, aus welchem durch ein Rohr immerfort eine geregelte Quantität der enthaltenen Flüssigkeit über die Bleitafeln läuft, so daß die schwefligsauren Dämpfe fortwährend mit dieser Säure in Berührung sind, theils über sie hinstreichen, theils sie durch sich hindurch fallen lassen.

Die Schwefelsäure, welche hierzu angewendet wird, enthält viel Untersalpetersäure, welches zwar eine Verunreinigung ist, jedoch eine solche, wie man sie für diese Zwecke durchaus nöthig hat.

Die beiden Kessel, welche über dem brennenden Schwefel befindlich (und wenn dessen Hitze nicht ausreichen sollte, um den nöthigen Dampf zu gewähren, noch ein dritter, besonders geheizter Kessel), geben ihren Dampf an eine unter allen Schwefelkammern bis nach der mittelsten und größten hinlaufende Dampfröhre, vermöge deren und von außen zu regierenden Hähnen man den entwickelten Dampf in der erforderlichen Menge da eintreten lassen kann, wo er zu der Operation der Schwefelsäurebildung nöthig ist.

Zuerst findet dieses in der vordersten Kammer (welche die Franzosen „un tambour“ nennen, sowie auch die letzte) statt. Aus der gemeinschaftlichen Dampfröhre a, a′, a″ steigen einzelne Röhren senkrecht auf, deren Verlauf man in der Zeichnung verfolgen kann; eine dieser Röhren nur ist nicht sichtbar, weil sie innerhalb der Röhre b, b′ verläuft, welche die schweflige Säure aus den beiden Schwefelöfen nach dem Tambour B führt.

Die schweflige Säure, der Wasserdampf, die hohe Temperatur bewirken eine Zersetzung der mit jener Schwefelsäure von oben aus dem Reservoir R abfließenden Untersalpetersäure, welche ein Antheil ihres Sauerstoffes an die schweflige Säure abgiebt und diese dadurch in Schwefelsäure, sich selbst aber in Stickstoffoxydgas verwandelt.

Die Dämpfe, die Säure, die Gase, nachdem sie durch immer neuen Nachschub getrieben, so wie schließlich durch Zug befördert, die Treppen in dem Tambour überschritten haben, gelangen in der Verfassung, in welcher wir sie hier finden, nach dem weiten Mündungsrohr o, welches den Tambour mit der ersten großen Bleikammer C verbindet.

Mit dem eintretenden Gasgemisch zugleich und in derselben Richtung wird hier durch eine aus a, a′, a″ abgeleitete Röhre ein starker Strom Wasserdampf in dieses Gas geführt, so daß es zugleich mit demselben in lebhafter Berührung ist und durch die Richtung seines Stromes aus dem Tambour in die Kammer gezogen, mitgerissen wird. Es findet hier eine lebhafte Reaction zwischen den Dämpfen und Gasen statt und die dadurch

gebildete Schwefelsäure fällt als feiner Regen nieder und sammelt sich auf dem Boden der Bleikammer.

Hier wie in den übrigen Räumen, wo Verdichtungen des Sauerstoffgases der Luft zu einer Flüssigkeit stattfinden, wo also 800 Kubikfuß auf einen Kubikfuß reducirt werden, kann der Umstand eintreten, daß der dadurch sehr verminderte Luftdruck im Innern die Veranlassung wird, daß der Druck der Atmosphäre ungleich lastend (von außen stärker als von innen) die Kammer zusammendrückt, wozu bei so ungeheurer Flächenausdehnung nicht viel Unterschied gehört, denken wir uns nur einen Zoll Barometerstand, so macht dieses bei einem Flächenraum von 10,000 Quadratfuß ein so enormes Gewicht, daß keine Balkenlage stark genug wäre, diesem Drucke Widerstand zu leisten; deshalb hat man bei der Errichtung dafür zu sorgen, daß mit der schwefligen Säure immer genug atmosphärische Luft nachströme, um solchen Unterschied nie aufkommen zu lassen, was übrigens schon deshalb von Wichtigkeit ist, weil von dem Vorhandensein atmosphärischer Luft die Bildung der Untersalpetersäure und somit der Schwefelsäure abhängt.

Was an Dämpfen, schwefliger Säure, Wasser, Stickstoffoxydgas &c. übrig ist in der Kammer C, wird nun durch ein breites Rohr d in der Richtung des Pfeiles nach der Bleikammer D geführt. Hier wird der ankommenden schwefligen Säure wieder Sauerstoff geboten. Unmittelbar vor der Mündung der Röhre d steht ein kreisförmig gestaltetes, in Terrassen aufgebautes Gefäß von Porzellan oder Steingut, auf dessen Gipfel aus einem Rohre Salpetersäure fließt, die in einem Behälter außerhalb der Kammer befindlich ist und deren Zufluß geregelt werden kann. Die Terrassen sind lediglich behufs der größeren Fläche gewählt, die Säure soll sich darauf nach Möglichkeit ausbreiten und wenn bei starkem Zufluß von schwefliger Säure ein solcher Apparat nicht ausreicht, so setzt man mehrere dorthin, damit die schweflige Säure mit recht viel Salpetersäure in Contact komme.

Hierdurch wird die Salpetersäure zersetzt, sie verliert Sauerstoff an die schweflige Säure, welche zu Schwefelsäure wird, aber sie ist mit der verdunstenden Salpetersäure beladen und verunreinigt. So sammelt sie sich auf dem Boden der Kammer, indeß die zersetzten Antheile der salpetersauren Dämpfe als Stickstoffoxydgas, gemischt mit der noch nicht zu Schwefelsäure gewordenen schwefligen Säure und den Wasserdämpfen, weiter gehen. Die in diesem Raume aber gebildete mit Untersalpetersäure versetzte Schwefelsäure geht nicht weiter, sondern geht zurück nach dem Raume C (der ersten großen Kammer), wo sie auf dem Boden ausgebreitet lagert. Hier findet sie in der Luft die meiste und immer wieder

nachgeschickte eintretende schweflige Säure, welche ihr die Antheile von Untersalpetersäure, die sie aufgenommen hat, entzieht, sie einestheils (den Sauerstoff) an sich rafft, anderntheils zurückführt auf Stickstoffoxyd und als Gas weiter befördert nach D.

Was hier nicht als Schwefelsäure zu Boden sinkt, das geht oben durch eine weite Röhre e nach der größten unter den Bleikammern jeder Anlage der Art, nach E, woselbst nun erst vollständig die Verwandlung der schwefligen Säure in Schwefelsäure vor sich geht, weil die Gase und Dämpfe hier am längsten und dauerndsten mit einander in Berührung bleiben. Nicht nur geht aus dem Dampfrohr a, a', a'' auch hier wieder ein Arm nach oben durch die Oeffnung e, einen mächtigen Strom kochender Dämpfe in der Richtung einführend, in welcher die Gase aus D nach E kommen sollen, sondern an mehreren andern Punkten strömen Dämpfe empor und die Säure, welche aus der Kammer D nach C zurückgeflossen und ihres Salpetersäuregehaltes beraubt worden ist, gleitet nun langsam hierher und breitet sich auf dem Boden dieser großen Kammer aus, vermehrt durch diejenige, welche mit den Wasserdämpfen niedergeschlagen an den Wänden oder als Nebel und feiner Regen herniederfließt.

Die Schwefelsäurebildung ist nunmehr beendet, allein die Dämpfe läßt man deswegen noch nicht an die Luft treten, denn in ihnen ist noch eine große Menge Schwefelsäure enthalten, durch die Siedhitze dieser mit Wasserdampf von hohem Druck gespeisten Räume selbst in Dampfform schwebend erhalten. Diese will man noch gewinnen, eben so will man die mit denselben gemengten großen Massen Stickstoffoxyd nicht entweichen lassen, man will sie ferner benutzen, sie sollen sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Untersalpetersäure oxydiren und abermals dienen, um neue Schwefelsäure zu bilden, deshalb läßt man das Gasgemenge durch zwei fernere Kammern F und G passiren; in die erste derselben tritt das vertriebene Gasgemisch unten ein, in die andere oben; aus dieser vorletzten entweicht das Gasgemenge wieder unten. Auf diesem breiten und langen Weg wird den Dämpfen vorzugsweise Gelegenheit geboten, sich abzukühlen und, was gleichbedeutend ist, sich niederzuschlagen. Um dieses zu befördern, bringt man in diesen beiden kleinen Kammern mitunter Zwischenwände an, wie in der ersten von allen B, wodurch der Weg der Gase und Dämpfe noch um ein Bedeutendes verlängert, die Ablagerung also erleichtert wird.

Die Pfeile zeigen den Weg, welche die Gase nehmen. Der letzte Pfeil führt zu einer Röhre, die abwärts nach einer in den Boden gesenkten kleineren Kammer führt, welche äußerlich durch Wasser abgekühlt wird; hier schlagen sich nun die letzten Dampfspuren von Schwefelsäure *nieder*, was durch das kleine, entgegengesetzt gebogene Rohr entweicht, ist

r noch Stickstoffoxydgas, Stickgas und atmosphärische Luft, welche den eg mitgemacht hat durch alle die großen und kleinen Kammern, so daß : Quantität des Sauerstoffes immer mehr verringert und die Menge des tickgases gleichzeitig immerfort vermehrt worden ist, der indessen doch nicht nz fehlt und dessen Anwesenheit in diesem letzten Augenblick auch noch so chtig ist, als in dem ganzen Verlauf der bis hierher beschriebenen Ope- tion. Würde es an atmosphärischer Luft fehlen (d. h. an dem Sauer- ff derselben), so würde man ihr noch in der letzten Kammer H (Tam- ur) Zutritt von außen verschaffen müssen.

Dieser Tambour hat ganz unten einen Kessel, statt des Deckels einen ost und auf diesem Rost liegen gröblich zerschlagene Coaks, welche die ımmer locker beinahe bis oben hin füllen; locker, dies ist wesentlich, nn sie sollen der aus dem Kasten I kommenden Luft gestatten, zwischen) hindurch zu streichen und durch das Luftrohr T zu entweichen, bevor :s geschieht, will man aber noch das Stickstoffoxydgas als Untersalpeter- ıre zurückbehalten; deswegen ist atmosphärische Luft nöthig, durch deren auerstoff die höhere Oxydation vor sich geht und sie kann durch hwefelsäure befördert, zugleich kann durch eben diese Säure die neu- bildete Stickstoffverbindung aufgenommen werden.

Zu diesem Behuf steht zwischen der vorletzten und letzten Bleikammer ı großes Gefäß mit concentrirter Schwefelsäure, welche aus einer Röhre ıgsam ihren Inhalt über die Coaks ergießt; damit diese nun überall ß werden, hat man eine Vorrichtung angebracht, welche die Flüssigkeit rch die ganze Breite des Kastens vertheilt, sie besteht in einem Trog t einer Abtheilung in der Mitte und so weit unter seinem Schwerpunkt zwei Spitzen aufgehängt, daß er nicht grade stehen kann, sondern mit ıer Seite schräg hernieder hängt, während die andere oben steht. In :se obere fließt die Säure, dadurch wird sie bald zu schwer für die ederhängende leere Seite, sie kippt also um und der Inhalt ergießt sich ötzlich über die eine Hälfte der Coaksschicht, nun steht aber die früher rabhändende Seite unter der Mündung des Schwefelsäuregefäßes, nun llt sich also diese Seite, und sobald diese Hälfte des Troges dadurch zu ıwer geworden ist, schlägt sie um und der Inhalt ergießt sich über die dere Seite der Coaks.

So geht das fort, so lange der Betrieb dauert und wenn nun wäh- nd dieser Zeit von unten her durch alle Zwischenräume in der Be- ickung mit Coaks das Stickstoffoxydgas mit dem Sauerstoff der Luft ıd in Gegenwart von vielen Dämpfen aufwärts steigt, zu Untersalpeter- ure geworden und von der niederfließenden Schwefelsäure aufgenommen rd, so ist begreiflich, daß dieselbe immer wieder von Neuem angewendet,

durch die zu bildende Schwefelsäure eines Theiles ihres Sauerstoffes beraubt, durch den Sauerstoff der Luft wieder damit versehen, höher oxydirt, also für beliebige Zeiten hindurch brauchbar wird, worauf hauptsächlich der jetzt so niedrige Preis der Schwefelsäure beruht; wenn schon viel Salpetersäure verloren geht und eine tägliche Erneuerung des Vorrathes keineswegs entbehrt werden kann, so wird doch wenigstens die Hälfte gespart.

Die mit Untersalpetersäure beladene Schwefelsäure geht aus dem Kessel am untersten Ende des Tambours H durch das Rohr m m' nach einem Behälter L, aus welchem sie nach R aufwärts geschafft werden kann, um dort wieder verwendet zu werden, die schrägen Scheidewände des ersten Tambours von B zu bespülen und ihre Untersalpetersäure an die einströmende schweflige Säure abzugeben.

Das Aufbringen nach dem Gefäße R geschieht durch das Rohr, welches von L nach R theils ausgezogen, theils punktirt, mit z und z' bezeichnet, geführt ist. Aus dem Dampfrohre a, a' sieht man über dem Gefäße L einen Zweig nach diesem Gefäße hinab gehen. Wenn man den daran befindlichen Hahn öffnet, so drückt der einströmende Dampf des Hochdruckkessels so stark auf die Fläche der Schwefelsäure, daß er dieselbe durch das Rohr z vertreibt und sie sich in das Gefäß R zu ergießen zwingt, von wo aus sie den beschriebenen Weg macht.

Der hier angegebene großartige Apparat ist derjenige, der jetzt überall angewendet wird; die Modificationen, denen er unterliegt, sind nur gering und haben nicht in einer bessern Praxis, sondern vielmehr in der Privatansicht und Meinung des Fabrikanten ihren Grund.

Was hier geschieht, indem man Schwefel, wie er käuflich zu haben ist, verbrennt, das kann mit noch größerem Vortheil geschehen, wenn man Erze anwendet, in denen der Schwefel als ein sehr unbequemer und lästiger Feind der Metallgewinnung auftritt, also Kiese, Kupferkies, Eisenkies, aus denen der Schwefel unter allen Umständen vertrieben werden muß.

Dies geschieht auf die bereits angeführte Weise durch Rösten und dabei wird schweflige Säure in beinahe nicht zu bewältigender Menge erzeugt, in solcher Menge, daß sie die nächste Umgebung dieser Röstplätze unbewohnbar macht; überall, wo der Wind die schweflige Säure hinführt, folgt ihr Tod und Verderben, die Pflanzen verdorren, die Thiere sterben, die Menschen werden auf das Furchtbarste belästigt, es bleibt nichts übrig, als sich in solche Ferne von den Röstplätzen zurückzuziehen, daß die sich auf denselben entwickelnde schweflige Säure sich dergestalt in der Luft ver-

theilt hat, daß sie nicht mehr unbequem, wenigstens nicht mehr schädlich wirkt.

Wenn nun an solchen Plätzen Schwefelsäurefabriken angelegt werden, so erhalten sie das Hauptmaterial, den Schwefel, umsonst, als Nebenproduct, ja nicht nur diesen, sondern die schweflige Säure schon, sie bedürfen keines Ofens und keiner Leute, um sie zu bereiten und thatsächlich hat die Gewinnung der schwefligen Säure aus Kiesen, wie sie im Harz und in Böhmen im Laufe der letzten Jahrzehnte betrieben wurde, einen solchen Gewinn gebracht, daß die Engländer dieses Verfahren nachahmten, obschon sie bei Weitem nicht so vortheilhaft dabei fuhren als die deutschen Fabriken, welche sich an Ort und Stelle etablirten, indeß die bestehenden engländischen Fabriken von fernher, aus Irland, über Meer, ihren Schwefelkies als Handelsartikel bezogen, ihre schweflige Säure ihnen also nicht ein Nebenproduct war — ein sonst werthloser, lästiger Abfall, den sie jetzt benutzten und verwertheten.

Sie hatten allerdings einen andern Grund. Im Jahre 1840 wurde die Ausfuhr des Schwefels von der neapolitanischen Regierung mit einem so bedeutenden Zoll belegt, daß man überall auf Ersatzmittel für denselben denken mußte und so auch in England die Erfahrung deutscher Fabrikanten benutzte und zu den Kiesen seine Zuflucht nahm. Treten nicht solche Umstände ein, so lohnt es nicht, sich des Kieses zu bedienen, wenn man ihn kaufen und transportiren muß; wo die Fabrik aber mit dem Bergwerk verbunden wird, verfährt man in einiger Art anders als bisher beschrieben.

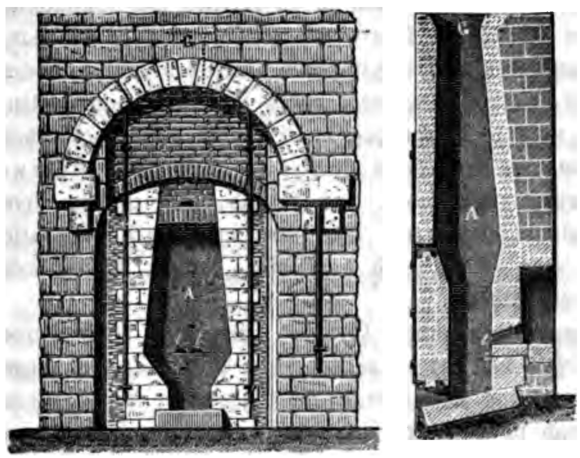
Das Verbrennen des Kieses fordert nämlich eine andere Vorrichtung. Fig. 270 zeigt einen dazu gehörigen Schachtofen, einen Hochofen im Kleinen, sowohl äußerlich, als halb im Durchschnitt.

A zeigt den innern Raum, welcher sich bis C fortsetzt, dort aber spaltet, so daß der Schlot zwei Oeffnungen nahe bei einander hat. Die eine derselben steht mit der vordersten Schwefelsäurekammer in Verbindung, über welcher die mit Untersalpetersäure gemengte Schwefelsäure herabfließt, die andere Oeffnung dient zur Beschickung des Ofens und muß genau und dicht verschließbar sein.

Der Ofen wird nun von dem Roste t t an abwechselnd mit Steinkohlen und Schwefelkies in regelmäßig auf einander folgenden Schichten beschickt, grade als ob es ein Hochofen wäre. Fürs Erste läßt man alle Gase an die Luft entweichen, man schichtet dann mit immer weniger Kohlen und immer mehr Schwefelkies und wenn der Ofen innerlich ganz weiß glühend ist, dann hört die Beschickung mit Kohlen ganz auf, man bringt nur das Erz hinein; die Gluth des Ofens ist nun groß genug,

um den Kies zu entzünden und dieser entwickelt Hitze genug, um die Gluth stark genug zu unterhalten, so daß nachgeschütteter Kies immer wieder von Neuem brennt und abschwefelt, mit der Luft vermischt, schweflige Säure erzeugt.

Fig. 270.



Hat man es bis dahin gebracht, sind unter dem Roste alle Ueberbleibsel der früheren Beschickung mit Kohlen entfernt, kann also die entwickelte schweflige Säure nicht mehr durch Kohlensäure verunreinigt werden, so schließt man das Abzugsrohr und und öffnet dasjenige, welches in die Bleikammern führt. Entweder wird nunmehr oben in der Nähe des Ausganges nach den Kammern Salpeter auf einem eisernen Kessel durch die Hitze der brennenden Schwefelkiese zersetzt und die Salpetersäure und der entwickelte Sauerstoff, der schwefligen Säure auf diesem Wege zugeführt oder es geht ohne verbrennenden Salpeter auf dem beschriebenen Fabrikationswege durch schon flüssige Säure fort.

Es ist unzweifelhaft, daß die Gewinnung der Schwefelsäure aus den Kiesen sehr viel lohnender ist (unter den gedachten Umständen) als aus reinem Schwefel, aber die Säure ist auch immer verunreinigt und zwar auf eine gefährliche Weise durch Arsenik dergestalt, daß sie ungereinigt gar nicht verkauft werden darf, ja nicht verkauft werden kann, wenn auch der Fabrikant so gewissenlos sein wollte es zu thun, weil die Vergiftung sogleich zu ermitteln ist.

Um solche Vergiftung zu verhindern, pflegt man die sich entwickelnde schweflige Säure in eine Vorkammer gelangen zu lassen, in welcher sich Selen, Quecksilber, der größte Theil des Arseniks und andere Verunreinigungen von den Dämpfen mechanisch trennen, niederfallen; allein obschon dies Verfahren sehr zweckmäßig ist und wirklich der größte Theil der Unreinigkeiten zurückbleibt, so ist doch das mitgehende noch mehr als zuviel, um die Säure gefährlich und schädlich zu machen und man muß sie durch Schwefelwasserstoffgas oder durch Schwefelbarium zu reinigen suchen.

In den Bleikammern findet man eine Säure, welche den Anforde-
ngen von Concentration, wie man sie billig zu machen berechtigt ist,
cht entspricht, allein man darf die Verdichtung nicht weiter treiben, weil
e stark concentrirte Säure sehr begierig schweflige Säure aufnimmt,
elche also nicht in Schwefelsäure übergeht und für den Fabrikanten ver-
ren ist. Es ist ferner nöthig eine bedeutende Menge Wasser einströmen
lassen, als Hochdruckdampf, weil sich in Gegenwart desselben die be-
eckten Verbindungen besser gestalten und weil durch die Stellen, an denen
r Dampf einströmt, der nöthige Zug hervorgebracht werden muß, um
e trägen und schweren Gasarten aus einer Kammer in die andere über-
führen; man pflegt auf 100 Pfund verbrennenden Schwefel 200 bis
0 Pfund Wasser in Dampfgestalt zu rechnen. Die verdünnte Säure
uß also, nachdem sie aus den Kammern gezogen ist, concentrirt werden
d hierzu giebt Payen in seiner Chimie industrielle (Planche III der
meinen Händen befindlichen neuesten Ausgabe) eine vortreffliche Zeich-
ng, welche wir verkleinert, aber genau copirt, wieder geben.

Im Allgemeinen sind die Anlagen aber groß; es handelt sich hier
mer um klafterbreite Pfannen und Kessel, solche zwei stehen hier terrassen-
rmig neben und unter einander, beide sind von starkem Blei, der Boden
er steht auf einer gleichgroßen Eisenplatte, weil sonst bei der Ausdehnung
s flachen Bodens dieser durch seine eigne Schwere zerreißen, sich selbst
rstören würde, selbst wenn er leer wäre, die Füllung mit Schwefelsäure
er natürlicherweise gar nicht ertragen könnte.

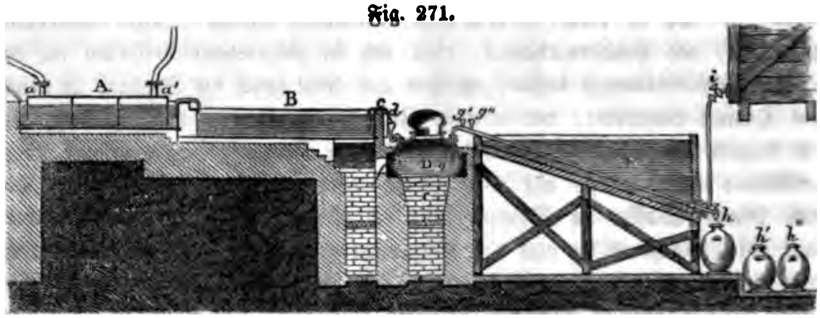
In die oberste Pfanne kommt die Säure, wie sie in den Bleikammern
wonnen wird, diese hat eine Menge Untersalpetersäure und Salpeter-
ure aufgenommen, sie wäre also in dieser Form gar nicht anzuwenden,
m will nicht ein Gemisch von verschiedenen Säuren, man will eine reine
äure.

Nun könnte man zwar durch starke Erhitzung bis zum Kochen die
alpeterverbindungen, welche viel flüchtiger sind als die Schwefelsäure,
rjagen, allein man würde etwas entfernen, was man noch brauchen kann,
etwas das zur Gewinnung von Schwefelsäure ganz unerläßlich ist.
ieses verhütet man auf folgende, ingeniöse Art.

Die erste Bleipfanne hat einen Deckel, der ganz so groß ist wie sie
bst, der auch einen Rand hat, vermöge dessen er in die Pfanne greift
d dieser Rand reicht in die Säure hinein und steht auf dem Boden der
fanne auf. Nächst diesem rundum geschlossenen Rande hat der Deckel
ch noch zwei Scheidewände, welche, eben so wie der Rand, von dem
eckel bis auf den Boden reichen. A zeigt diese Einrichtung ungefähr,
s aber kann die Zeichnung nicht geben, daß die eine Scheidewand ganz

hinten anfängt und nicht bis vorn reicht, die andere Scheidewand aber ganz vorne anfängt und nicht bis ganz nach hinten reicht. Hieraus ergiebt sich, daß wenn etwa die Säure in Strömung gerathen sollte, sie in drei Abtheilungen, vorwärts, zurück und wieder vorwärts strömen müßte.

Fig. 271.



Mit der Säure selbst nun beabsichtigt man solche Bewegung nicht, wohl aber mit den Gasarten, die über sie hinstreichen sollen, um sie zu reinigen. In dem Deckel sind zwei starke Röhren von Blei eingelassen, die eine a führt schweflige Säure in reichem Maße in die erste Abtheilung, die andere a' führt das Resultat der Vereinigung dieser Säure mit den Dämpfen weiter fort. Die Pfanne ist beinahe bis zum Sieden erhitzt, es entwickeln sich Salpetersäure und Untersalpetersäure in Menge und diese dampfförmigen Säuren befinden sich in den drei Gängen unter dem Deckel; die schweflige Säure strömt bei a unter den Deckel, geht hier zwischen der Bleiplatte desselben und der Oberfläche der Kammersäure in der Form eines ∽ geschlängelt hindurch und gelangt an das Abzugsrohr a'.

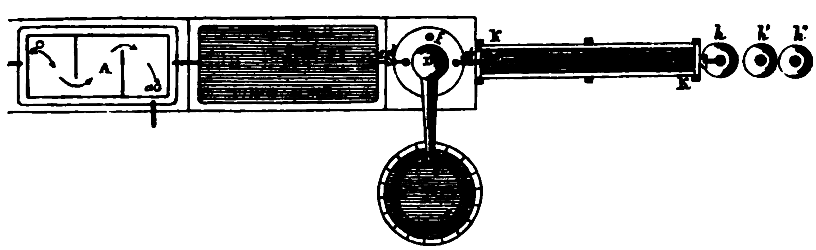
Auf diesem Wege wird aus der schwefligen Säure Schwefelsäure, welche sich mit der im Kessel befindlichen vereinigt, die entsauerstoffte Salpeter- und Untersalpetersäure geht zurück auf Stickstoffoxydgas und dieses mit dem reichlichen Ueberschuß von schwefliger Säure geht aus dem Rohr a' fort. Dadurch ist die Schwefelsäure in der Pfanne gereinigt — wäre dieses nicht der Fall, so könnte keine schweflige Säure hindurch, sondern nur hinein streichen — geht einmal schweflige Säure den Schlangenweg weiter fort bis in das Rohr a, so kann keine Salpetersäure mehr zu zersetzen sein und das ist es, was man haben will.

Die schweflige Säure, welche im Ueberschuß angewendet worden, geht nun mit dem Stickstoffoxydgas in die erste große Bleikammer, wo sie gerade an der Stelle, an welcher der Dampfstrom Feuchtigkeit, hohe Temperatur und Zug hervorbringt, anlangt und den Weg weiter durchmacht, den alle schweflige Säure machen muß.

Die in der Pfanne unter A befindliche Schwefelsäure kann jetzt ferner eingedampft werden, denn was man jetzt noch davon verliert, ist vorläufig nichts als Wasserdampf, deshalb wird dieselbe aus der Pfanne A, welche am höchsten gelegen, durch einen Heber, welcher die beiden Pfannen A und B verbindet, nach B abgelassen. Auch diese Pfanne ist durch eine eiserne Platte in ihrer ganzen Ausdehnung unterstützt; unter dieser wird stark geheizt, denn die Temperatur muß bis auf etwa 200° — 210° gebracht werden, die Flüssigkeit beginnt, weil sie noch sehr mit Wasser verdünnt ist, schon bei 180° zu sieden, wie aber dadurch nach und nach mehr Wasser verdunstet, die Flüssigkeit also concentrirter, reichhaltiger an Säure wird, so steigt auch der Siedepunkt und mit diesem Höherwerden wird die Gefahr eines Verlustes an Säure immer größer, daher läßt man die Temperatur nie über 210 und die Concentration nicht über ein specifisches Gewicht von 1,75 steigen, d. h. sobald man beim Abdampfen so weit gekommen ist, entfernt man die Säure und bringt sie in eine große Destillirblase von Platina D, welche einen Helm hat wie eine gewöhnliche Branntweinsblase und welche auch mit einem Kühlfaß versehen sein muß.

Um die Stellung und den weitern Verlauf der Operation zu verstehen, müssen wir von dem Apparat einen Grundriß geben, welcher für dieselben Gegenstände die nämlichen Buchstaben hat. A ist die oberste

Fig. 272.



Pfanne, in welcher die Pfeile den Weg der schwefligen Säure aus dem Rohre a nach dem Rohre a' andeuten; B ist die zweite offene Pfanne, c d der Heber, welcher die concentrirte Säure nach der Platinablase führt und D ist diese Blase selbst, in dem zweiten hier zunächst vorliegenden Bilde der Helm derselben. Wir sehen ein Seitenrohr desselben sich, wie es scheint, abwärts senken; wenn man aber bedenkt, daß diese Zeichnung ein Grundriß ist, so wird daraus hervorgehen, daß dieses nicht abwärts, sondern *seitwärts* gehen müsse. Nicht unter, sondern neben der Blase steht ein Kühlfaß mit einer Schlange e e e, welche die abdestillirte Flüssigkeit aufnimmt; es ist das entweichende, *reine*, aber *verdünnte* Schwefel-

säure und ihr ungenutztes Entweichen wäre ein offenbarer Verlust. Daher man dieselbe auffängt und benutzt, um in dem großen Kammerapparat die Kohlen der letzten Kammer zu benetzen.

Ein Schwimmer f zeigt den Standpunkt der Säure in der Blase an, welche man etwa zu drei Viertheilen füllt, wovon man wieder 20 Prozent abdampfen läßt, worauf der leer gewordene Raum wieder nachgefüllt und die Destillation weiter fortgesetzt wird, bis der Siedepunkt in der Platinablase 260° erreicht hat. Dann ist die Concentration der Säure diejenige, welche im Handel üblig ist und gefordert wird, dies ist aber immer erst englische Schwefelsäure. Will man diejenige Concentration erreichen, welche das sogenannte nordhäuser Vitriolöl hat, so muß die Destillation fortgesetzt werden, bis der Siedepunkt der Säure in der Blase auf auf 326° gestiegen ist; dann hat diese Säure ein specifisches Gewicht von 1,842 und dann enthält sie viel wasserfreie Schwefelsäure, welche eben jene Explosionen verursacht, durch welche die nordhäuser Säure in der Hand des Unkundigen so gefährlich werden kann.

Welcher Grad von Verdichtung nun verlangt worden sei, sobald er erreicht ist, muß die Säure aus der Blase entfernt werden. Um nun die Blase nicht öffnen, um die Operation nicht unterbrechen zu dürfen, um nicht Zeit mit Abkühlen zu verlieren, wird sie durch einen Heber direct aus der Blase abgelassen und in die großen Glasballons oder irdenen Krüge (Steingut-Krüge) verzapft, in denen sie in den Handel kommt. Wegen der Gefahr, welche das Zerbrechen nach sich zieht, ist jeder Ballon mit einem armsdicken Strohseil eng umschlossen und umwickelt und in einen besondern Korb gesetzt, so hält er schon einen Stoß oder eine Erschütterung aus.

Weniger würde dies der Fall sein, wollte man die Säure in einem Temperaturgrade von 260 oder gar 326 in die Gefäße bringen; man muß daher dafür sorgen, daß die Temperatur die gewöhnliche der Luft nicht um ein Bedeutendes überschreite. Zu diesem Behufe dient der Kasten K (in beiden Zeichnungen), in welchem ein Heber g h liegt, der sich, wie Fig. 272 zeigt, in zwei Arme theilt, um dem abkühlenden Wasser mehr Oberfläche darzubieten und der von eben diesem Wasser umspült wird, das sich aus dem Kasten und durch den Hahn i an der Röhre i, i immerfort ersetzt, indem das kalte unten in den Kasten k eintritt, oben aber, nachdem es als Abkühlungsmittel ausgedient hat, d. h. nachdem es warm geworden ist, abfließt.

Bei g′ und g″ sind zwei Trichter, durch welche der Heber g g′ h mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt wird, nachdem der Hahn h geschlossen worden. Ist die Füllung vollständig geschehen, so werden die

Trichter g′ und g″ durch Hähne geschlossen und nun der Hahn h geöffnet. Der Heber, welcher bei h niedriger ist als bei g, beginnt sich seines Inhaltes zu entleeren, aber durch g fließt aus der Blase immer neue Säure nach, bis die Ballons h, h′, h″ ꝛc., so viele die Blase in sich faßt, gefüllt sind. Ist die Blase bis zur Mündung des Hebers leer, fließt nichts mehr aus, so werden die Hähne geschlossen und die Blase wird aus der Pfanne B von Neuem gefüllt.

Fig. 271 zeigt uns zwei Herde, einen unter der Blase, den andern unter der Pfanne B. Dieser letztere wird eigentlich nur einmal gebraucht, er dient die Pfanne zu erhitzen, so lange noch nichts in die Platinblase gebracht worden ist, von da, wo dieses geschehen, heizt man nur den Herd C unter der Blase und es führt der Feuergang, welcher die Blase auch seitlich umspielt, das Feuer schließlich unter die Pfanne B und von dieser unter Pfanne A, in welcher die Verdampfung beginnt.

Ist das alles einmal im Gange, so geht die Destillation Tag und Nacht fort und der Herd unter der Pfanne B würde gar nicht mehr gebraucht werden (wie dann seine Zuglöcher auch durch Klappen geschlossen werden, so weit man nicht einigen Luftzutritt zur besseren Verbrennung der abgehenden Gase gestatten will), wenn es nicht Sonn- und Feiertage gäbe, an denen die Fabrik zu Stillstande kommt und nach deren Ablauf also auch wieder einmal zuerst die Pfanne B geheizt werden muß, weil unter der Blase D noch kein Feuer gemacht werden darf.

Man pflegt zu glauben, Blei würde von Schwefelsäure nicht angegriffen und deshalb concentrirte man sonstmals die Schwefelsäure nur in solchen Gefäßen; sobald ihr specifisches Gewicht jedoch 1,75 übersteigt, löst sie allerdings nicht unbedeutende Mengen Blei auf, welches dann erstens die Säure sehr verunreinigt und bleihaltig, giftig macht, dann aber auch die Bleipfanne zerstört und so Kosten verursacht für ein schlechtes Präparat. Man destillirte daher sonstmals (als man zur Erkenntniß hierüber gekommen war), die concentrirte Säure in großen Glasretorten und im Sandbade, da dann die Anordnung diejenige war, welche Fig. 273 zeigt, A die Retorte, bei t tubulirt sowohl um neue Säure nachzufüllen, als um die genügend eingekochte durch einen Heber ausziehen zu können. Die Retorte steht in einem eisernen Kessel und der Zwischenraum zwischen diesem und der Retorte ist, wie beim Sandbade immer geschieht, mit Sand ausgefüllt. B ist ein längeres Rohr zwischen Retorte und Vorlage, es dient, um diese letztere entfernter von der strahlenden Hitze des Ofens zu halten. Die Vorlage C endlich liegt in nassem Sande und wird von oben her durch einen Strahl kalten Wassers getroffen, dem man ein leinenes Tuch unterbreitet, um das Wasser regelmäßiger über den ganzen

Kolben fließen zu lassen. In dem Ofen muß ein **starkes** Feuer sein, weil der Sand ein schlechter Wärmeleiter ist.

Fig. 273.



Ist dieses die Methode, nach welcher ein Apotheker verfahren würde, um seine Säure zu concentriren oder nach welcher der Professor der Chemie in seinem Laboratorium die Concentration vornimmt, so kann der Fabrikant, der täglich hundert Centner Ausbeute haben will, nicht so verfahren; seine Retorten haben also eine bedeutende Größe, seine Sandkessel hängen zu dreißig und mehr in einem lang gestreckten Ofen, die Retorten liegen tiefer, um mehr Hitze zu empfangen und sie sind oben durch Blechkappen bedeckt, welche das Niederschlagen der Dämpfe an den Dom der Retorte hindern, bewerkstelligen, daß die Dämpfe sogleich weiter nach B gehen und dort erst verdichtet zu werden beginnen.

So übrigens operirt man nur noch, wo das Glas außerordentlich wohlfeil ist und auch das Brennmaterial in niederm Preise steht, sonst überall hin haben sich die Platinapparate verbreitet, welche zwar einmal eine große Ausgabe fordern, dann aber auch von außerordentlicher Dauer sind und eine solche Kostenersparniß herbeiführen, daß das Anlagecapital bald gedeckt ist, dessen Höhe sich übrigens auch nach den Platinpreisen richtet, welche der Verfasser hat zwischen 60 Thlr. und 240 Thlr. pro Pfund variiren sehen; es ist sehr viel theurer geworden, seit Rußland nicht mehr Münzen daraus prägt, es also nicht mehr als Zahlungsmittel in den öffentlichen Verkehr kommt.

Die Anwendung der Schwefelsäure, concentrirt oder im verdünnten Zustande, ist so außerordentlich mannigfaltig, daß es wohl der Mühe werth ist, einen Blick darauf zu werfen. Vor allen Dingen wird die nordhäuser Säure in der Indigofärberei zur Auflösung des Indigo verwendet; man bedarf vier Theile derselben auf ein Theil Indigo, hieraus ergiebt sich schon eine Consumtion von vielen tausend Centnern. Indigo wird allerdings auch von englischer Schwefelsäure aufgelöst, diese ist aber theurer — da man nämlich grade doppelt so viel von der besten englischen Schwefelsäure braucht als von der nordhäuser, diese letztere aber nicht doppelt so theuer ist

ls die englische, so ist ein reeller Verlust bei Anwendung der letzteren orhanden, überdies ist ihre Verunreinigung mit Salpetersäure nirgends chädlicher, als grade hierbei, weil die Salpetersäure die Farbe des Indigo erstört.

Die gewöhnliche Schwefelsäure, mehr oder minder verdünnt, ist ferner in nothwendiges Ingredienz zur Darstellung der Salzsäure, der Salpeteräure, der Kohlen-, der Weinstein-, der Citronensäure, ferner der aus den hierischen Fetten zu ziehenden Stearin-, Margarin- und Elainsäuren und des Phosphor; die Schwefelsäure ist also auch unerläßlich zur Bereitung des Chlor, der künstlichen Mineralwässer, der Stearinlichter.

Schwefelsäure wird ferner zur Darstellung der schwefelsauren Salze ebraucht; hierher gehören das schwefelsaure Natron, Kali und Ammoniak, er schwefelsaure Kalk und Thon, das schwefelsaure Kupfer, Eisen und Zink. Von Medicamenten wird durch Schwefelsäure dargestellt das schwefelsaure Chinin, der schwefelsaure Merkur, welcher zu Herstellung des Mercurius dulcis und des Sublimatmerkurs benutzt wird.

Man benutzt ferner die Schwefelsäure zur Gewinnung des Wasserstoffgases aus dem Wasser, welches zur Füllung der Luftballons, zu den Döbereiner'schen Feuerzeugen und zu dem Hydrooxygengaslicht gebraucht wird, auch das Wasserstoffgaslöthrohr, von welchem wir bei Anfertigung er Bleikammern gesprochen, gehört hierher.

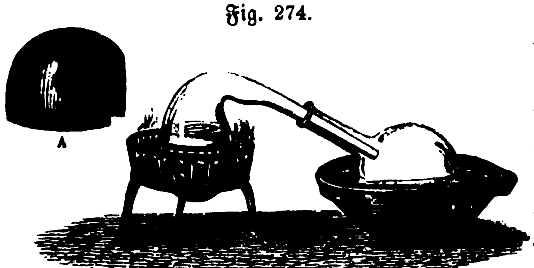
Durch ihre große Sättigungsfähigkeit ist die Schwefelsäure für Analysen von Salzen, Säuren, und seifenartigen Stoffen unschätzbar; ihr kräftiges Auflösungsvermögen macht sie vor allen andern geeignet, die Silberwaaren zu bleichen, weiß zu färben, indem sie das Kupfer von er Oberfläche wegnimmt und das Silber unangetastet läßt, aber um Eisen, Kupfer und andere Metalle zu verzinnen und zu verzinken, wird sie erselben Eigenschaft wegen gebraucht; sie reinigt die Oberfläche und macht ie fähig sich mit andern Metallen zu verbinden. Außer der Auflösung es Indigo wird sie in der Färberei auch noch zur Auflösung des Krapp, erner zum Bräunen solcher Holzarten gebraucht, die zum Auslegen feiner Tischlerarbeiten benutzt werden, nicht minder wendet man sie an, um die Theile von Pfählen, welche bei Umzäunungen in die Erde gegraben weren, äußerlich zu verkohlen, innerlich aber so zu verändern, daß sie gegen Fäulniß geschützt sind, was hierdurch viel besser geschieht, als durch das Verkohlen auf trocknem Wege. Die bekannte englische Stiefelwichse kann nicht ohne Schwefelsäure bereitet werden, die Glücose oder der Fruchtucker, der Stärkesyrup werden nur mittelst der Schwefelsäure bereitet. Zur Fabrication der Schießbaumwolle und für die sogenannten Stippfeuerenge ist die Schwefelsäure unentbehrlich. In der Gerberei dient die

Säure, um die Häute aufzuschwellen und ihre erweiterten Poren empfänglicher oder zugänglicher für den Gerbestoff zu machen; dem Landwirth dient sie auf reichem, besonders kalkreichen Boden als treffliches Düngungsmittel und wenn man Blut als solches anwenden will, so erhält ein Zusatz von einem Zwanzigstel seines Gewichts nicht nur dieses Blut, bewahrt es vor Fäulniß, sondern es vermehrt auch noch dessen düngende Kraft, indem es dasselbe auflöslicher macht. Um den Geruch von Schimmel und Fäulniß, den üblen dumpfen Geruch aus den Scheunen, in denen man Getreide aufbewahrt hat, zu entfernen, kann man kein besseres Mittel finden als die Schwefelsäure. Das frisch in eine solche dumpfige Scheune gebrachte Getreide nimmt den üblen Geruch sehr bald an und das aus solchen dumpf gewordenen Körnern gewonnene Mehl und Brot ist ungenießbar. Bringt man aber in eine jede Abtheilung einer Scheune ein Quart (circa 4 Pfund) Säure, die durch eine Brause fein vertheilt wird und läßt man sie mit dem Kehricht eine Stunde lang in Verbindung, worauf dieser mit dem Besen heraus geschafft wird, so ist die Panse desinficirt und das Getreide kann nun getrost derselben übergeben werden; vor Dreivierteljahren beginnt der dumpfe Geruch nicht wieder sich zu zeigen und dann pflegen in der Regel die Scheunen leer zu sein.

Man sieht, welchen ausgedehnten Gebrauch die Schwefelsäure hat und dabei ist die Anwendung im Laboratorium des Chemikers, als hygroskopischer Körper ꝛc., noch nicht in Betracht gezogen; es ist daher nicht zu verwundern, daß man sich vielfältig bemühet hat, diesen Körper, welcher in so außerordentlich großer Menge gebraucht wird, einen so großen Markt hat, recht vortheilbringend darzustellen.

Für den Gebrauch in der Apotheke oder im Laboratorium, wo man die Säure als erstes Hydrat ($SO_3 + HO$, wasserfreie Schwefelsäure und ein Aequivalent Wasser) in vollkommen reinem Zustande haben will, destillirt man die concentrirte Säure auf die S. 462 beschriebene Weise aus einer

Fig. 274.



Glasretorte unter den Bedingungen, welche dort angegeben worden sind, zu denen wir jedoch noch fügen müssen, daß es immer höchst gefährlich sei, eine Glasretorte mit einer Flüssigkeit, welche einen so hohen Siedepunkt hat wie concentrirte Schwefelsäure, in das freie Feuer zu legen, daß dagegen ein Sandbad die Operation sehr verzögert, wenn das Feuer nicht ein ganz gewaltiges ist.

Dagegen ist die Sache ganz leicht, wenn man die Retorte mit Lehm beschlägt, zu welchem man eine geringe Menge kohlensaures Natron (in das den Lehm erweichende Wasser) gesetzt hat. Dieser Zusatz giebt ein Binde- und Flußmittel ab, es befestigt den Lehmüberzug unter sich und an dem Glase der Retorte.

Der Beschlag muß ferner nicht blos den Schooß, sondern auch den obern Theil, den Dom der Retorte und den Hals derselben bedecken, bis dahin, wo er in die Vorlage reicht; diese muß eine solche Weite haben, daß der Hals der Retorte bis in den des Kolbens reicht, damit die Dämpfe nicht zu früh verdichtet als dreihundert Grad heiße Schwefelsäure längs des Halses des Kolbens hinab fließen und daselbst eine beinahe glühende Linie bilden, welche bei der geringsten Temperaturveränderung den Kolben spaltet. Damit aber auch die heiße Retorte nicht den Hals des Kolbens direct berühre, füttert man denselben mit einigen Asbestfäden aus. Fällt nun die concentrirte, kochende Säure aus dem Retortenhalse in den Körper des Kolbens hinab und, nachdem die ersten Tropfen gefallen sind, stets in schon angesammelte Säure, so ist keine Gefahr vorhanden und kein Unglück zu besorgen. (Der Retortenhals, so weit er innerhalb des Kolbens steckt, ist begreiflicher Weise nicht beschlagen.)

In dieser Weise verfahrend, gewinnt man sehr reine und höchst concentrirte Säure; die Metallsalze, welche aus ihrer Bereitung in den Bleikammern an der Säure haften können, bleiben in der Retorte zurück.

Will man die Säure auf ihre Reinheit prüfen, so ist dies zwar für jeden einzelnen Gegenstand, mit dem sie vereinigt sein könnte, äußerst leicht, im Ganzen aber, um zu erfahren, ob sie überhaupt rein sei, sind zwanzig und mehr Experimente nöthig.

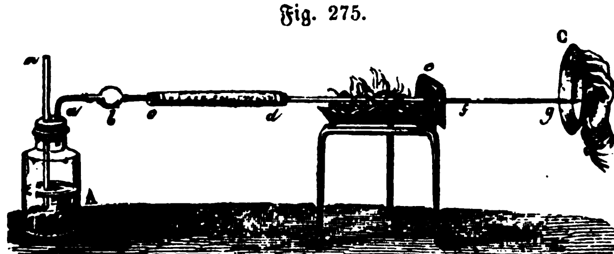
Wenn sie mit Wasser verdünnt wird, darf sie keinen Geruch nach Salpetersäure oder salpetersauren Dämpfen zeigen, sonst ist sie hiermit verunreinigt, Jodkaliumkleister darf davon nicht blau gefärbt werden, dieses würde ein Zeichen sein, daß sie Untersalpetersäure enthielte. Bringt man in die Säure einen Tropfen Indigoauflösung, so darf die blaue Farbe nicht in eine grüne oder gelbe verwandelt werden, das letztere wäre auch ein Zeichen der Gegenwart von Salpetersäure, das erstere von Untersalpetersäure. Durch Eisenvitriol darf sie nicht dunkel gefärbt werden; wird in die verdünnte Säure eine Auflösung von Silber gebracht, so darf sich kein Niederschlag bilden, dieses wäre ein Zeichen von vorhandener Salzsäure; das Sättigen der Säure oder das Uebersättigen derselben mit Ammoniak darf eben so wenig einen Niederschlag verursachen, diesen würde Eisenoxyd oder Thonerde verursachen, eben so darf bei Anwendung von oxalsaurem Kali kein Niederschlag erfolgen, dieser würde Kalk anzeigen.

Das bloße Verdünnen mit Wasser bringt mitunter einen Niederschlag hervor, dieser zeigt schwefelsaures Bleioxyd an, welches in der verdünnten Säure nicht gelöst bleibt.

Eine Verunreinigung mit schwefliger Säure ist auch möglich, sie wird entdeckt, wenn man aus derselben mittelst der Auflösung von chemisch reinem Zink Wasserstoffgas bereitet, dieses verräth sogleich durch den Geruch die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff. Ist schweflige Säure in etwas stärkerem Grade darin enthalten, so bedarf es gar keiner Prüfungsmittel, dieselbe verräth sich sofort durch den charakteristischen Geruch nach brennendem Schwefel; reine, concentrirte Schwefelsäure darf gar keinen Geruch haben (weil sie so wenig flüchtig ist) und ganz reine Säure muß aus einer Porzellanschale verdampft völlig verschwinden, ohne irgend einen Rückstand.

Die Verunreinigung mit Arsenik kommt besonders bei derjenigen Säure vor, welche aus Kiesen bereitet ist. Um dieses zu entdecken, kann man auf zweierlei Weise verfahren. Wenn man die arsenhaltige Säure verdünnt und einen Strom von Schwefelwasserstoffgas hindurchleitet und die Mischung ein wenig erwärmt, so daß dieselbe inniger werde, so setzt sich aus derselben nach einiger Zeit gelbes Schwefelarsen ab. Eine andere Prüfungsart ist noch directer. Man bereitet aus der Säure, welche der Vergiftung durch Arsenik verdächtig ist, mit chemisch reinem Zink eine Quantität Wasserstoffgas. Man entwickelt dieses aus dem Gefäß A, läßt dasselbe durch eine kleine Kugelröhre ab streichen, worin sich die gröbsten Massen von Feuchtigkeit ablagern; hierauf wird es durch eine weitere Röhre mit Amianth gefüllt, fortgeleitet; dies geschieht, damit sich die übrigen mechanisch mit gerissenen Substanzen darin ablagern können. Nun läßt man aus einer spitz ausgezogenen Röhre den Wasserstoffgasstrom an die Luft treten, zündet ihn an und hält in die Flamme eine weiße Porzellantasse C.

Fig. 275.



Wenn Arsenik in dem Wasserstoffgase enthalten war, d. h. also wenn es sich ursprünglich in der Schwefelsäure befand, so wird auf der weißen Tasse alsbald ein metallisch blanker, schwarzer Fleck entstehen, welcher wiederum durch Erhitzung der Tasse sich verflüchtigt. Läßt man, wie die Figur zeigt, einen Theil der Röhre in einem Kohlenbecken glühend

werden, so geht kein Arsenikwasserstoff hindurch und die vorgehaltene Tasse bleibt weiß; allein falls Arsenik in dem Wasserstoff vorhanden war, so bildet es nun in der Glasröhre einen metallisch blanken Ring, welcher sich eben so durch Erhitzung vertreiben, sublimiren, aus einer Stelle der Röhre, die man erhitzt, nach einer andern, die kalt geblieben ist, verpflanzen läßt.

Man sieht an diesen Andeutungen, wie mannigfaltig die Verunreinigungen sein können und wie viele Manipulationen durchgemacht werden müssen, bevor man sich überzeugt hat, daß die Säure auch vollkommen rein ist; allein eine solche Forderung wird auch nur an diejenige gestellt, welche in den Laboratorien der analysirenden Chemiker verwendet wird; im Uebrigen hat eine gute, durch Destillation gewonnene Schwefelsäure gewöhnlich den Grad von Reinheit, den man für technische Zwecke verlangen kann.

Die Schwefelsäure ist eine der mächtigsten Säuren, die es giebt, vermöge ihres außerordentlich kräftigen Vereinigungsbestrebens mit den meisten Basen und vermöge des hohen Siedepunktes, den sie hat, vertreibt sie die meisten Säuren aus ihren Verbindungen und sie selbst wird nur durch zwei Säuren deplacirt, ausgetrieben, welche noch weniger flüchtig sind als sie, nämlich durch die Phosphorsäure und die Borsäure. Der Geschmack der Schwefelsäure ist höchst durchdringend sauer, aber so erfrischend und angenehm (natürlich in der gehörigen Verdünnung), daß man Wasser mit einem oder ein paar Tropfen gern als eine erquickende Limonade trinkt, was mit Salpetersäure, ja selbst mit Essigsäure, deren wir doch von unsern sauren Speisen her gewohnt sind, gar nicht der Fall ist und in welcher Erquicklichkeit sie nur durch die Weinsteinsäure und die Citronensäure übertroffen wird.

Schwefelsäure löst die meisten Metalle auf (die edlen ausgenommen), verhält sich aber gegen dieselben sehr verschieden, indem die einen sich auf Kosten ihres Sauerstoffs oxydiren, die anderen dieses thun auf Kosten des Wassers, das sie enthält; daher im ersten Falle ein Theil der Säure, diejenige die Sauerstoff abgegeben hat, niedriger oxydirt erscheint und als schweflige Säure entweicht, wie bei Kupfer, bei Quecksilber, andernfalls aber Wasser desoxydirt wird, also Wasserstoff erscheint, wie bei Zink und bei Eisen. Hieraus kann man auch entnehmen, in welchem Falle concentrirte, in welchem Falle verdünnte Säure anzuwenden ist, dies letztere muß nämlich geschehen, wo die Oxydation des Metalles auf Kosten des Wassers vor sich geht.

Mit der Schwefelsäure und der schwefligen Säure gehen die verschiedenen Stickstoffsäuren mannigfaltige Verbindungen ein, welche den deutschen und französischen Chemikern Gelegenheit zu den interessantesten Unter-

suchungen gegeben haben und über deren Eigenschaften brütend oder sie studirend, der Chemiker Stunden lang in gefesselter Aufmerksamkeit verweilen kann; sie haben jedoch vorläufig noch keine allgemeine oder technische Bedeutung gewonnen und ihre Verbindungen und die Art, wie sie geschlossen werden, sind selbst gründlichen feinen Chemikern noch räthselhaft, werden dem Laien in der Chemie also völlig unverständlich sein und müssen deshalb hier übergangen werden.

Unterschwefelsäure. S^2O^5.

Nach Berzelius Nomenclatur Dithionsäure.

Zur Darstellung derselben handelt es sich um eine höhere Oxydation der schwefligen Säure, welche man durch den Sauerstoff des Braunsteins bewerkstelligt. Regnault sagt hierüber sehr richtig, daß aus solcher Operation verschiedene Verbindungen hervorgehen können, je nachdem man dieselbe in der Kälte oder in der Wärme vornimmt.

Wenn bei niedriger Temperatur in wässrige schweflige Säure gepulverter Braunstein gebracht wird, so verschwindet der characteristische Geruch der schwefligen Säure, welche in Wasser aufgelöst ist und sich durch Verdunstung daraus befreit, sehr bald, die Flüssigkeit riecht nicht mehr nach brennendem Schwefel, die schweflige Säure hat sich mit einem großen Theil des Sauerstoffes des Mangansuperoxydes verbunden, dasselbe bis zum Oxydul reducirt, hat sich selbst dadurch zur Unterschwefelsäure erhoben und ist als solche mit dem Maganoxydul zu einem Salz, zu unterschwefelsaurem Manganoxydul geworden.

Wenn aber die Operation auf andre Weise und bei höherer Temperatur vorgenommen, wenn z. B. mit Braunstein angerührtes heißes Wasser in schweflige Säure gebracht wird, so entsteht durch Beraubung des Braunsteins aus der schwefligen Säure nicht Unterschwefelsäure, sondern Schwefelsäure und das Product der Verbindung ist schwefelsaures Maganoxydul. So hat man also bei der beabsichtigten Bereitung der Unterschwefelsäure sehr auf die Temperatur zu sehen, welches so weit getrieben werden muß, daß man sogar die Erwärmung, welche die Operation selbst mit sich bringt, unterdrücken, also dieselbe in einer Kältemischung und zwar auf folgende Weise vornehmen muß.

Man rührt sehr fein zertheilten Braunstein in Wasser, welches in einem Becken mit Eis oder Schnee steht, bereitet sich auf eine der angegebenen Arten schweflige Säure und läßt sie als Gas durch die Braunsteinflüssigkeit strömen. Die Temperatur bleibt nun eine niedrige, bis das Eis geschmolzen ist, dieses muß dann durch anderes ersetzt werden, allein leider genügt alle diese Vorsicht keinesweges, um etwa lauter unterschwefelsaures Manganoxydul zu gewinnen, immer wird es gemengt sein mit schwefelsaurem Manganoxydul. Es bleibt nichts übrig als mit dieser Salzlösung eine neue Procedur anzufangen. Man löst Baryt im calcinirten, ätzenden Zustande auf und bringt ihn in die eben bereitete Mischung. Es bildet sich dadurch, da nichts so begierig ist nach Schwefelsäure als der Baryt, sofort schwefelsaurer Baryt und unterschwefelsaurer Baryt, das Manganoxydul wird ausgeschieden und sinkt zu Boden; allein der schwefelsaure Baryt ist gleichfalls ganz unlöslich im Wasser und so fällt auch er nieder, in der Flüssigkeit bleibt nichts als unterschwefligsaurer Baryt aufgelöst.

Diese Flüssigkeit dampft man langsam bei so wenig Wärme wie möglich ab und man erhält dann sehr schöne Krystalle des Barytsalzes, welches im Wasser löslich ist. Man löst nun auch diese neu gewonnenen Krystalle, nachdem man sie zerrieben hat und setzt dieser Lösung mit Wasser verdünnte Schwefelsäure zu. Sobald dieses geschieht, trübt sich die Flüssigkeit, denn der Baryt wird von der stärkeren Schwefelsäure ergriffen und die Unterschwefelsäure bleibt in der Lösung zurück; man fährt nun so fort die Schwefelsäure in keinen Parthieen zuzusetzen, immer abwartend, bis der Niederschlag erfolgt ist und erst dann wieder tropfenweise Schwefelsäure zugebend, so lange noch eine Trübung erfolgt; hört diese auf, so hört man auch mit dem Zusatz der Säure auf, denn es ist alsdann kein unterschwefligsaurer Baryt mehr in schwefelsauren zu verwandeln, der Baryt ist entfernt, die Schwefelsäure mit ihm, in der wässerigen Lösung ist nur noch Unterschwefelsäure vorhanden.

Man pflegt anzugeben: auf 100 Theile der zerriebenen und wieder im Wasser gelösten Barytkrystalle müsse man 29,5 Theile concentrirte Schwefelsäure mit drei- bis viermal so viel Wasser verdünnt, anwenden. Da jedoch die Schwefelsäure, welche man käuflich bekommt, nie ganz gleicher Zusammensetzung ist, einmal mehr, einmal weniger concentrirt — einmal wohl gar noch etwas wasserfreie Säure enthaltend, ein andermal nicht, so ist jedenfalls der Weg des Versuches der sichere, und wenn man ihn behutsam geht, so braucht nicht ein Tropfen Schwefelsäure zu viel zugesetzt zu werden.

Die auf diesem mühsamen Wege gewonnene Unterschwefelsäure muß

nun noch von dem sie in reichlicher Menge verdünnenden Wasser befreit werden, was nur durch Verdunstung geschehen kann, aber da die Unterschwefelsäure durch Hitze sehr leicht zersetzbar ist, nicht auf die gewöhnliche Weise mittelst des Kochens geschehen darf, sondern so daß man die Schale, welche sie enthält, auf einen Dreifuß über eine andre setzt, die mit concentrirter Schwefelsäure gefüllt ist und beide Schalen unter die Glocke einer Luftpumpe bringt, worauf nach erfolgter Entleerung der Luft die Verdampfung sehr rasch vor sich geht, wie wir es bereits Seite 253 beschrieben haben. In luftleerem Raume entwickelt sich Dampf mit Blitzesschnelle, die Schwefelsäure rafft ihn wieder an sich, es ist abermals ein leerer Raum da und abermals verdunstet das Wasser und wieder verschluckt die Schwefelsäure dasselbe und so geht dieses fort so lange als Wasser vorhanden ist und die Schwefelsäure dasselbe noch nicht in genügender Menge an sich gerafft hat.

Man darf jedoch selbst auf diesem Wege nicht zu weit und lange nicht so weit fortschreiten als die letzten Worte des vorigen Satzes vermuthen lassen, denn die Säure zersetzt sich auch bei niederer Temperatur, sobald ihr die erforderliche Quantität Wasser entzogen wird, sie geht über in schweflige Säure, welche als Gas aus der Flüssigkeit entweicht und in Schwefelsäure, welche in dem Wasser zurückbleibt. Bis zu 1,34 specifischem Gewicht darf man die Unterschwefelsäure concentriren, jeder höhere Grad von Verdichtung ist mit Zersetzung verbunden und es ist dies um so unangenehmer als nicht etwa blos Unterschwefelsäure verloren geht, sondern auch noch Schwefelsäure zu der Flüssigkeit (an Stelle der verlorenen Säure) kommt, welche sie verunreinigt.

Die Salze, welche diese Unterschwefelsäure mit Basen mancher Art bildet, sind so beständig als die Säure unbeständig ist; die letztere zersetzt sich auch im nicht concentrirten Zustande an der Luft, die Salze aber, welche sie bildet, sind beinahe feuerbeständig, wenigstens muß man sie bis zum Rothglühen erhitzen, wo sie dann schweflige Säure ausgeben und die Basen mit Schwefelsäure vereint zurück bleiben.

Merkwürdig ist, daß weder die Säuren noch die Salze bis jetzt eine technische Anwendung gefunden haben — es mag dieses zum Theil von der Schwierigkeit und Umständlichkeit der Darstellung herrühren. Die Frage: „wozu sollte man sie anwenden", welche dem Verfasser bei ähnlichen Bemerkungen wiederholt gestellt worden ist, scheint wohl nicht gerechtfertigt — wozu sollte man den Phosphor anwenden, konnte man bei der Erfindung desselben sehr wohl fragen, wozu sollte man das Jod (Jodine), das Chlor ꝛc. brauchen — und welche Fülle der Anwendbarkeit hat sich für sie ergeben!

Man muß von den sonstigen Sauerstoffsäuren des Schwefels dasselbe sagen, sie sind für die Technik, für das gewöhnliche Leben bis jetzt noch von gar keinem Nutzen, sind noch gar nicht irgend wie zur Anwendung gekommen, obschon sie theilweise seit 20 Jahren, theilweise seit sehr viel längerer Zeit bekannt sind. Es sind höchst interessante Körper, ihre Verbindungen beschäftigten Jahre lang die größten Gelehrten, ihre Darstellung, ihre Zusammensetzung, ihre Verhältnisse zu einander, die Salze dieser und die Merkwürdigkeit, daß jene keine Salze bildet 2c., sind Dinge, die nur für den Chemiker von Fach von großer Wichtigkeit sind, allein grade für diesen ist das vorliegende Werk nicht geschrieben, der muß, was hier gesagt worden, alles bereits wissen und wenn er sich ferner über diese Schwefelverbindungen, die Trithion-, Tetrathion- und die Pentathionsäure genauer unterrichten will, so möge er die trefflichen Werke von Pelouze oder von Regnault, ferner das wahrhaft classische über diesen Gegenstand vollständig ausführliche Werk von Otto (Grahan Otto, ausführliches Lehrbuch der Chemie) studiren und er wird sich auf das Beste unterrichten können; für die Laien in der Chemie, für den Techniker und Fabrikanten, für den gebildeten Mann überhaupt, genügt, daß er wisse, die Schwefelsäure und die schweflige Säure seien nicht die einzigen Verbindungen des Schwefels mit dem Sauerstoff.

Verbindungen des Schwefels mit dem Wasserstoff.

Schwefelwasserstoff. HS.

Nicht Schwefel und Wasser, sondern Schwefel und Wasserstoff, giebt jene tödlich giftige, zugleich zum Glück so übel riechende Gasart, daß ein Kubikzoll davon genug ist, ein großes Auditorium zu verpesten und die Zuhörer daraus zu vertreiben; zum Glück! denn bei der gefährlichen Giftigkeit dieser Gasart und ihrer Flüchtigkeit und der Häufigkeit ihrer Erzeugung, ist der unerträgliche Geruch das einzige Warnungszeichen, woran man sie erkennt und wodurch man vor ihr gewarnt wird. Wäre sie so geruchlos als die giftige Kohlensäure, so würden wir zweifelsohne viel mehr Unglücksfälle zu beklagen haben, durch sie veranlaßt, deren Entstehen man schwer verhindern kann, als durch die Kohlensäure, welche außer in vulkanischen Gegenden fast immer durch den Menschen, durch seine Unvor-

sichtigkeit (zu frühes Schließen der Oefen) oder durch seine technischen Gewerbe, Bier= und Weinbereitung, erzeugt wird.

Das Schwefelwasserstoffgas läßt sich durch directe Verbindung des Schwefels mit dem Wasserstoff nicht erzeugen, die Natur bringt dasselbe in großen Quantitäten und auf verschiedenen Wegen hervor. Wenn man Schwefel in einer Porzellanröhre mit Ausschluß der Luft schmilzt (damit sich keine schweflige Säure bilde) und man läßt Wasserstoffgas durch die Röhren streichen, so gehen Wasserstoff und Schwefeldämpfe unverändert und unverbunden fort, selbst wenn man die Erhitzung bis zum Rothglühen treibt; die Contactwirkung aber tritt auch hier wieder in ihre uns noch ganz unbekannten Rechte, die katalytische Kraft zeigt sich, wenn man die Bedingungen herbeiführt. Obschon nämlich Schwefel und Wasserstoff sich direct nicht verbinden, so geschieht es, wenn man grobgestoßenen Bimsstein in einer Porzellanröhre bis auf 400° erhitzt und die Schwefeldämpfe und Wasserstoffgas darüber hinstreichen läßt, es tritt aus dem andern Ende der Porzellanröhre Schwefelwasserstoffgas aus und der Bimsstein leidet nicht die geringste Veränderung wie dies so der Fall zu sein pflegt bei allen durch Katalyse erzielten Verbindungen.

Die Natur verfährt bei der Erzeugung dieses Gases anders und der Mensch hat ihr vielleicht die Erzeugung auf dem rechten Wege abgelernt; er thut sehr wohl daran, wenn er dieses Ablauschen fortsetzt, denn immer und überall schlägt die Natur die besten und kürzesten und sichersten Wege ein, um zu ihrem Ziele zu gelangen. Der Status nascens, der Augenblick des Entstehens, ist derjenige, in welchem zwei Körper, welche sich sonst nicht vereinigen, wohl noch vereinigt werden können, wie wir bereits aus verschiedenen Beispielen wissen. Diesen Weg schlägt die Natur fast überall ein — sie bringt die Stoffe vielleicht zu ganz andern Zwecken zusammen — im thierischen Körper sind Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff mit einigen andern Elementen, Calcium, Phosphor, Schwefel, Eisen u. s. f. vereinigt. Die Lebenskraft hält diese Elemente in der ihnen bestimmten Art, zu den vorausgesetzten Zwecken zusammen oder auseinander. — Nun stirbt das Thier; da werden plötzlich alle Verbindungen gelöst und was die Lebenskraft auseinanderhielt, verfällt dem Chemismus, der es auf seine Art verwerthet; da entweicht der Stickstoff, da verbindet sich der Wasserstoff mit dem Phosphor und mit dem Schwefel, da entsteht die entsetzliche faulige Gährung und mit ihr alle die Gährungsproducte der Fäulniß; daher denn auch der schädliche Leichengeruch, der Geruch der verdorbenen Eier, ein Product der Verbindung zweier sonst sich nicht einigenden Körper, welche doch im Augenblick des Entstehens oder Freiwerdens beisammen — einander ergreifen und einen neuen Körper bilden, ein Product zweier ganz

unschädlicher Körper, die, wenn sie eine Verbindung eingehen, zu einem höchst gefährlichen Gifte werden, und ein neues Beispiel zu den bereits früher mitgetheilten liefern über die gänzliche Verschiedenheit des neuen Körpers von den Körpern, die ihn bilden, da dann aus zwei Giften eine unschädliche Substanz und aus zwei unschädlichen Substanzen ein Gift werden kann.

In den Schwefelwassern, welche man, wie in Aachen und Teplitz und andern Orten zum Baden benutzt, ist Schwefelwasserstoff in Menge gelöst, mitunter bis zu einem halben Volumen des Wassers, so daß 100 Quart Wasser 50 Quart Schwefelwasserstoff aufgelöst enthalten haben, sehr wahrscheinlich hat dieses Gas seinen Ursprung in den Schwefelmetallen, welche überall verbreitet sind und dem Zutritt von freier Schwefelsäure zu denselben. Auf diese Weise entsteht Schwefelwasserstoffgas, indem die Säure das Metall oxydirt und der frei werdende Schwefel sich mit dem frei werdenden Wasserstoff verbindet.

Dies ist nun auch derjenige Weg, auf welchem die Chemie sich Schwefelwasserstoffgas verschafft — nicht jener erste, zwar der Theorie entsprechende, aber nicht practische.

Der Schwefel kann einige Metalle, z. B. Eisen, Kupfer, so gut verbrennen, wie der Sauerstoff. Dünn gewalztes Kupfer in reinen Schwefeldampf gebracht, in welchem keine atmosphärische Luft, kein Sauerstoff enthalten ist, verbrennt darin unter lebhafter Glüherscheinung. Eine in die Kinderjahre der meisten Leute fallende chemische Spielerei, ein sogenanntes Kunststück, ist das Verbrennen einer kleiner Münze in einer Nußschale, man mengt Sägespäne mit Schwefel, bringt das Gemenge in eine Wallnußschale, legt eine kleine Kupfermünze, Pfennig, Heller, darauf und zündet den Schwefel an. Derselbe verbrennt in seiner Mengung mit den Sägespänen rasch und man findet ein Klümpchen in der Asche, welches der Unkundige für Metall, für geschmolzenes Metall hält, welches aber in der That ein durch Schwefel verbranntes, vererztes Metall ist.

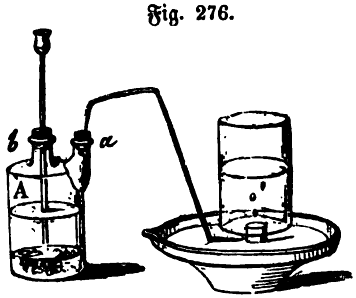
So, nur etwas besser und sorgfältiger, macht man es, um sich z. B. Schwefeleisen zu verschaffen. Man mengt 4 Theile sehr fein gepulverisirten, am Besten sublimirten Schwefel (Schwefelblumen) mit 7 Theilen fein gefeiltem Eisen — wohl verstanden, Eisen, es darf nicht Stahl sein, dieser enthält Kohlenstoff. Ist dieses Pulver wohl durch einander gerührt, so wird es in einen kleinen Kolben von grünem, schwer schmelzbarem Glase gebracht und darin erhitzt. Sehr bald geht das Gemenge an irgend einer Stelle in Gluth über, diese greift weiter um sich, ohne fernere Erhöhung der Temperatur von außen, das Glühen setzt sich fort, durchbringt die ganze Mengung und nach kurzer Zeit ist eine vollständige chemische Ver-

bindung des Eisens mit dem Schwefel zu Schwefeleisen vor sich gegangen.

In größeren Partieen bereitet man sich diesen Körper, indem man Nägel in einem irdenen Schmelztigel weißglühend werden läßt und dann Stücke Stangenschwefel nach und nach in solcher Menge darauf wirft, daß die ganze Menge der Nägel in Fluß kommt, worauf die flüssige Masse umgerührt und dann auf einen flachen Stein oder auf nassen Sand ausgegossen wird.

Dieses Material, welches in der Natur als Magnetkies und auch andern Eisenkiesen beigemengt, in größter Quantität vorkommt, scheint es zu sein, welches zur Entstehung der natürlichen Schwefelwasserstoffe Anlaß giebt, in der Chemie benutzt man dasselbe fast immer behufs der künstlichen Darstellung.

Fig. 276.



Die Operation ist nun, wenn man einmal das Schwefeleisen hat, sehr einfach. In eine tubulirte Flasche A wird Schwefeleisen gebracht, darauf Wasser gegossen. Aus dem Seitenhalse a kann das zu entwickelnde Gas entweichen und in einer Flasche unter Wasser aufgefangen werden, durch den Trichter, welcher in der Oeffnung b steckt, wird concentrirte Schwefelsäure zu dem Wasser gegossen, doch nur in geringer Menge, so daß die Gasentwickelung nicht zu stürmisch wird. Bei dieser Operation verbindet sich das Eisen des Schwefeleisens mit dem Sauerstoff des Wassers zu Eisenoxydul, der Schwefel desselben Eisens mit dem Wasserstoff des zersetzten Wassers geht als Schwefelwasserstoff fort und die Säure verbindet sich mit dem Eisen zu schwefelsaurem Eisenoxydul.

$$FeS + SO_3 + HO \text{ wird zu } FeO . SO_3 + HS.$$

Die Kreuze sagen „und“; der Punkt bedeutet eine Verbindung; die erste Formel hat Schwefeleisen und Schwefelsäure und Wasser, die zweite Formel hat nicht Sauerstoffeisen und Schwefelsäure und Schwefelwasserstoff, sondern schwefelsaures Sauerstoffeisen (Oxydul) und Schwefelwasserstoff — zuerst waren drei Körper, jetzt sind nur zwei vorhanden, das erste war eine Mengung dreier Substanzen, daraus sind zwei Verbindungen hervorgegangen.

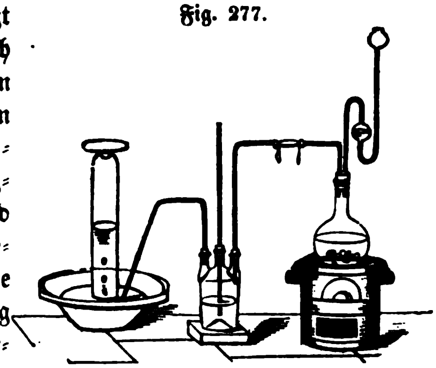
Man kann den Schwefelwasserstoff auch noch durch Salzsäure darstellen; da entsteht so wie oben ein schwefelsaures Eisensalz, so hier ein Chlorsalz, nämlich aus $FeS + HCl$ wird $FeCl + HS$. Hier werden zwei Körper gemengt, diese trennen sich und ihre Bestandtheile verbinden sich

übers Kreuz. Schwefeleisen und Chlorwasserstoff geben Chloreisen und Schwefelwasserstoff.

Bei der Darstellung des Schwefelwasserstoffgases wird in der Regel dasjenige Schwefeleisen angewendet, was vorzugsweise zu diesem Behuf in den Laboratorien bereitet wird, dasselbe enthält nicht selten noch unverändertes Eisen. Dies hat die unangenehme Folge, daß sich neben dem Schwefelwasserstoffgas auch noch reines Wasserstoffgas entwickelt. In den meisten Fällen bringt diese Beimengung keinen Nachtheil, wenn man indessen die Eigenschaften des Schwefelwasserstoffes in seiner vollständigen Reinheit erforschen will, muß man dasselbe auch ganz rein bereiten können und dann eignet sich weniger das Schwefeleisen als das Schwefelantimon dazu, ein Mineral, was in den Erzgängen eben nicht selten ist. Dieses im gewöhnlichen Leben Spießglanz genannte Erz (Grauspießglanzerz) wird indessen nur von concentrirter Säure angegriffen. Behufs der Bildung von Schwefelwasserstoff aus dem Antimonerz darf man aber schon concentrirte Schwefelsäure nicht anwenden, weil sie das Schwefelwasserstoffgas zersetzt, so wie es sich bildet, verdünnte Schwefelsäure aber greift das Erz gar nicht an.

Wenn man also beim Schwefeleisen die Wahl hat zwischen Schwefel- und Salzsäure, so fällt diese Wahl hier weg, man ist gezwungen Salzsäure zu nehmen und beginnt den Prozeß der Darstellung des Schwefelwasserstoffgases auf folgende Weise.

Fig. 277.



In einen kleinen Kolben bringt man das Spießglanzerz, gießt durch die Sicherheitsröhre, welche neben der Gasentwickelungsröhre in dem breiten Stöpsel befindlich, concentrirte Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) in kleinen Portionen, während man den Kolben über einem angemessen kleinen Ofen durch einige Kohlen erwärmt. Die Entwickelung des Gases wird dadurch sehr befördert. Durch die Entwickelungsröhre strömt es in eine Mittelflasche, worin Wasser enthalten ist, welches mitgehende Dämpfe der Salzsäure niederschlägt. Von hier wird es nun zu der Glocke oder dem Cylinder geleitet, in welchem es aufgefangen werden soll und dieses Gas kann als vollkommen rein betrachtet werden.

Da die Natur dasselbe hervorbringt (in den Schwefelwassern) und da es sich aus den organischen Stoffen von selbst entwickelt durch den Prozeß,

welchen wir Fäulniß nennen, so war es schon im Alterthum bekannt, zwar nicht als abgesondertes Gas dargestellt, dies ist erst Priestley gelungen — aber doch als hepathische Luft oder als mephitische Luft, als die Ursache gewisser specifisch übler Gerüche angesehen. Allerdings kamen da mancherlei Verwechselungen vor, weil von einer gründlichen Erkenntniß der Sache keine Rede war, sondern alles was so zufällig aufgefunden wurde, im Blauen schwebte; die Thatsache aber steht fest, daß man die Wirkungen dieser Luftart, zum Theil auch ihre Entstehung kannte. Jetzt, wo man sie gesondert darstellen kann, vermag man auch ihre Eigenschaften genau zu erforschen und so weiß man denn, daß es bei gewöhnlichen Temperaturen und gewöhnlichem Druck der Luft eine farblose, im Wasser lösliche, höchst brennbare Gasart von 1,20 specifischem Gewichte ist. Dies letztere will sagen, daß sie um ein Fünftheil schwerer ist als atmosphärische Luft, nicht daß sie leichter wäre, wie die Benennung Wasserstoffgas schließen läßt.

Eine ihrer hervortretendsten Eigenschaften ist der äußerst üble aber ganz specifische Geruch, der gewöhnlich nur mit sich selbst verglichen wird, indem man sagt, es riecht wie faulende Eier; was nämlich hier riecht, das ist eben Schwefelwasserstoffgas. Wir sind in der Regel über die Anwesenheit desselben sehr unbesorgt, weil wir keine weiteren Unbequemlichkeiten davon empfinden, als den üblen Geruch; dies kommt aber nur daher, daß es sich schon in den allerkleinsten Quantitäten bemerkbar macht, wo es denn noch nicht schaden kann; ein Zimmer von 3000 Kubikfuß Inhalt wird von einem Kubikzoll Schwefelwasserstoff so durchräuchert, daß es bis zur Lüftung unbewohnbar wird, eine einzige Blähung kann unter glücklichen Umständen alle Anwesenden vertreiben und die entwichene Luft ist noch kein halber Kubikzoll und dies ist der zehnmillionste Theil des Inhalts eines Zimmers von 3000 Kubikfuß. Würde man in solch ein Zimmer einen Kubikfuß Schwefelwasserstoffgas leiten, so würden schwachnervige Personen Ohnmacht bekommen, bei 2 Kubikfuß in demselben Raum sterben Vögel und bei drei Kubikfuß sterben Säugethiere wie Hunde rc., mit denen Faraday Versuche über die Giftigkeit dieses Gases angestellt hat, in kurzer Zeit. In Verhältnißzahlen also hieße dies: ein Dreitausendstel Schwefelwasserstoffgas der Luft beigemengt, macht sie schon ganz unerträglich, ein Tausendfünfhundertstel macht sie für Vögel, ein Tausendstel für Säugethiere tödtlich. Daß also eine Beimengung von ein Zehnmilliontel sich schon dem Geruchsinn offenbart, ist ein wahres Glück; das Gas ist viel giftiger als Kohlensäure, von welcher eine Beimengung von einem Zweitausendstel immer in der Atmosphäre ist und von welcher ein Hunderttheil noch nicht tödtlich wirkt, während bei dem Schwefel dies schon bei einer zehnfach geringeren Menge geschieht.

Alle die Personen, welche das entsetzliche Geschäft des Ausräumens der Senkgruben treiben, befinden sich daher in einer steten Lebensgefahr, welche um so größer ist, je länger die Gruben gefüllt waren. Seitdem man die bösen Eigenschaften des Gases kennt und seitdem man weiß, daß es eine Säure ist, hat man Mittel gefunden, dasselbe unschädlich zu machen, indem man ihm Körper bietet, welche zersetzend auf das Gas wirken; zu den kräftigsten Mitteln der Art gehört der Chlorkalk, welchen man gepulvert in die Gruben streut und welcher das Gas absorbirt.

Auch wenn Personen, die sich unvorsichtig in solche Räume begeben haben, verunglücken, Erstickung erleiden, so kann Chlorkalk angewendet werden; da derselbe jedoch selbst höchst giftig wirkt, nur in einer andern Weise und so, daß die beiden giftigen Wirkungen des Chlorkalkes und der Säure sich aufheben, so muß man bei der Anwendung desselben zur Rettung Erstickter sehr behutsam sein; Regnault schlägt vor, einige Stücke Chlorkalk in ein Tuch zu legen, welches mit Essigäther getränkt ist und den hiervon aufsteigenden Dampf den Patienten athmen zu lassen.

Die Brennbarkeit des Schwefelwasserstoffgases ist sehr groß; aus einer feinen Oeffnung strömend, verbrennt es vollständig unter Bildung von Wasser und schwefliger Säure. Wenn man dasselbe in einen Glascylinder unter Zutritt von Sauerstoffgas verbrennen läßt, so verbrennt es gleichfalls vollständig, geschieht es jedoch nur unter dem Zutritt gewöhnlicher Luft, so verbrennt nur der Wasserstoff und es scheidet sich Schwefel als feines Pulver aus, welches die Wände des Cylinders bedeckt.

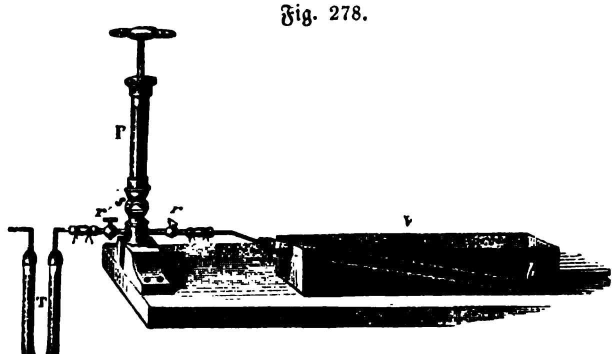
Das letzte Experiment bedarf keiner besondern Beschreibung, das erstere fordert einen kleinen Kunstgriff, weil sich ohne denselben leicht eine gefährliche Mischung, ein detonirendes Gas bilden kann. Man sucht sich zwei Cylinder aus, von denen der eine so groß ist, daß er bequem über den andern gestülpt werden kann, den kleinern füllt man mit Schwefelwasserstoffgas, den andern mit Sauerstoffgas, beide sind mit Glasplatten verschlossen, diejenige, welche zur Bedeckung des Schwefelwasserstoffcylinders dienen soll, ist mit nassem Leder überzogen. Der Cylinder steht auf dem Tische, ein Gehülfe hält die Glastafel mit einer, einen brennenden Fidibus mit der andern Hand, der Experimentator hält den Cylinder mit Sauerstoffgas, die Oeffnung nach unten gekehrt, aber zugedeckt, nahe über dem Schwefelwasserstoffgascylinder; in dem Augenblick, wo der Gehülfe die überzogene Glastafel wegzieht und das Gas anzündet, zieht auch der Experimentator seine Glastafel von dem Sauerstoffgascylinder und deckt ihn langsam über den brennenden Schwefelgascylinder. Die Flamme wird augenblicklich sehr lebhaft und das Gas verbrennt bis auf den Grund, genährt durch den ihm nacheilenden Sauerstoff; die entwickelte Hitze ist mithin sehr groß und

würde sie zehn Secunden währen, so müßten beide Glascylinder zerspringen, vom Augenblick des Entzündens aber dauert das Experiment noch nicht eine Secunde. Hierbei bleibt nun kein Rückstand von Schwefel, wie es geschieht, wenn die Verbrennung an freier Luft vorgenommen wird; die Verbrennungsproducte aber sind dieselben, nämlich Wasser und schweflige Säure, welche beide durch den Sauerstoff, einerseits mit dem Wasserstoff, andererseits mit dem Schwefel, hervorgebracht werden.

Im Wasser und im Alkohol ist das Gas vollständig auflöslich; das erstere nimmt davon 2½mal, der Alkohol sechsmal sein Volumen auf. Beide Flüssigkeiten riechen durchdringend nach dem Gase, müssen auch sehr wohl verschlossen und in möglichst niedriger Temperatur gehalten werden, weil das Gas sonst aus der auflösenden Flüssigkeit entweicht. Die natürlichen Schwefelwasser enthalten viel weniger, selten mehr als 1½ Procent ihres Volumens, das heißt eigentlich nur den 200sten Theil von dem, was durch Wasser aufgenommen werden könnte. Aber auch diesen geringen Antheil verlieren sie an der freien Luft und daß auch er sich durch den üblen Geruch verräth, zeigt wieder, wie geringfügig die Quantität zu sein braucht, um sich auffallend genug bemerklich zu machen.

In flüssiger Gestalt ohne Wasser kann man das Schwefelwasserstoffgas sehr wohl durch bloßen Druck ohne Erniedrigung der Temperatur erhalten, aber natürlich unter Beihülfe einer solchen Erniedrigung noch leichter. Fig. 278 zeigt einen sehr zweckmäßigen Apparat zur Bewerkstelligung einer solchen Verdichtung.

Fig. 278.



Das Hauptstück ist eine Pumpe P, deren Cylinder unterhalb s nach zwei verschiedenen Rich-Richtungen durchbohrt und mit metallenen Röhren und Hähnen versehen ist. Der eine Hahn r' führt zu einer mit Chlorkalk gefüllten Röhre T, durch welche das Gas streichen muß und in welcher es getrocknet wird, der andere Hahn r' führt nach einer Glasröhre **a b**, welche in einem Gefäß V mit kaltem Wasser oder mit Schnee eingebettet liegt. Zieht man den Stempel der Pumpe in die Höhe, indeß der Hahn r' offen, der Hahn r aber geschlossen ist, so füllt sich die Pumpe mit dem Gase an,

schließt man nunmehr r′ und öffnet r, so muß beim Niederdrücken des Stempels das vorher aufgesogene Gas in die Röhre a b gelangen, sowie der Stempel niedergedrückt ist, wird r wieder geschlossen und r′ geöffnet und der Stempel gehoben und so kann man den Versuch beliebig oft wiederholen; es ist dabei nichts weiter zu beobachten, als daß man das Schöpfen des Gases durch die Pumpe nicht lebhafter betreibt, als die Gasentwickelung vor sich gehet, denn so wie in dem Entwickelungsapparate ein luftverdünnter Raum entsteht, so würde die atmosphärische Luft hinein bringen und man würde das Gas mit dieser verunreinigt erhalten. Deswegen müssen auch die Verbindungsstellen durch sehr gute Kautschukröhren und sehr feste Schnürungen wohl geschlossen sein.

Bei einer Verdichtung auf ein Sechszehntheil, d. h. wenn man in die Röhre 16mal so viel Gas bringt als sie fassen kann, also wenn sie 2 Kubikzoll Raumsinhalt hätte, 32 Kubikzoll hinein brächte — wird das Gas flüssig, wird es zu einer wasserklaren, durchsichtigen, äußerst beweglichen Substanz und diese wieder kann durch große Erkältung (allerdings bis unter 85 Grad unter Null) sogar zu einem festen Körper, zu einer weißen krystallischen Masse werden.

Bei dem hohen Druck, unter dem es nur flüssig erhalten werden kann, ist das Absperren, das Verschließen durchaus nichts Leichtes, selbst die besten metallenen Hähne, von einem geschickten Mechaniker gemacht, wollen keinen Druck aushalten, welcher 15 und gar mehr Atmosphären entspricht, wie viel weniger wird dies mit einem eingebrachten Kork sein, wie ihn die Figur zeigt. Er wird nun allerdings dadurch befestigt und vor dem Herausspringen bewahrt, daß man ihn mit Siegellack überzieht und so in die Röhre einschmilzt, so hält er auch für die Dauer des Experimentes, so lange durch die Pumpe immer noch Nachschub kommt, allein sobald dieses aufhört, ist doch die Widerstandsfähigkeit des Korkes nicht groß genug und das flüssig gewordene Gas verflüchtigt sich allmälig, indem es wieder luftförmig wird unter dem immerfort abnehmenden Druck.

In solchen Fällen pflegt man sich zu helfen, dadurch daß man die Röhre zuschmilzt; wenn aber der Druck von innen so sehr viel größer ist als von außen, so wird das weich werdende Glas, statt beim Schmelzen zusammen zu gehen, durch den Druck auseinander getrieben; dies läßt sich mithin nicht anwenden. Da hat der Mensch wieder einmal die Natur überlistet durch folgendes Experiment.

Die Röhre, in welcher man das Schwefelwasserstoffgas verdichten will, erhält durch Ausblasen vor dem Löthrohr die Form, welche die Fig. 279 giebt, da der Druck, den die Flüssigkeit ausübt, jedoch ungewöhnlich groß, so muß man theils die Kugel räumlich klein halten, theils

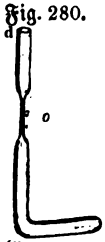
sie im Glas so stark als irgend möglich machen. Das der Kugel **A** zunächst gelegene Stück der Röhre a b wird enger ausgezogen, das Stück b c derselben Röhre bleibt in der ursprünglichen Weite, es ist dasjenige, welches mittelst eines eingesiegelten Korkes mit der Pumpe der Fig. 278 in Verbindung steht.

Fig. 279.



Bei der Compression wird sich die Flüssigkeit in der Kugel A ansammeln; sobald diese zu drei Viertheilen gefüllt, ist es Zeit die Strecke des Rohres a b zu verschließen, was man gewöhnlich durch Zuschmelzen vor der Glasbläserlampe thut, was aber des erwähnten Grundes wegen nicht geht. Da hilft denn der Witz des Menschen auf eine andere Weise; in den Theil b c der Röhre bringt man einige Stückchen Mastixharz; diese hindern das Vorübergehen des Gases durchaus nicht, dasselbe strömt durch den engen Gang in die Kugel und verdichtet sich dort. Wenn nun die verlangte Quantität flüssig geworden, so erwärmt man den Theil von b c, in welchem Mastix liegt und bringt denselben zum Schmelzen, unterdessen aber füllt man die Pumpe noch einmal mit Schwefelwasserstoffgas; sobald das steinfeste und dichte Harz geschmolzen ist und sich bei schräger Haltung der Röhre unten bei **b** gesammelt hat und die Röhre a b bedeckt, gewissermaßen verschließt, giebt man der Pumpe einen möglichst starken Druck nach unten und öffnet dann den Hahn r, welcher zu der Röhre führt und preßt das Gas dahinein. Es ist bisher in die Kugel gegangen; nun wird es in der Röhre selbst comprimirt, um in die Kugel zu gelangen, muß es die flüssige Harzmasse verdrängen und diese schiebt es gewaltsam in die Röhre a b, woselbst in dem kälteren Theile bei a dasselbe sofort erstarrt. Da es aber unter doppeltem Druck von der Kugel wie von der Pumpe her steht, gepreßt wird, so verschließt es die enge Oeffnung vollständig und setzt sich an den Wänden derselben fest und es ist nun die Kugel so gut hermetisch verschlossen, als wenn sie im Glase selbst zugeschmolzen wäre. Man hat dabei nicht nöthig gehabt, das Glas zu erweichen, und sich der Möglichkeit auszusetzen, daß es von innen her aufgetrieben und zertrümmert werde.

Fig. 280.



Man hat noch ein Mittel sich flüssiges Schwefelwasserstoffgas zu verschaffen, wenn man eine zweite, doppelte Schwefelungsstufe des Wasserstoffes anwendet, welche wir demnächst kennen lernen werden. Dazu dient jener einfache Apparat, dessen sich Faraday in den meisten Fällen bedient, der aus einer starken, an einem Ende zugeschmolzenen und knieförmig gebogenen Glasröhre besteht, wie Fig. 280 dieselbe zeigt. Sie ist in ihrem längeren Theile ausgezogen. In den Theil o d wird das Bisulfur des Wasserstoffes (man nennt es auch Wasserstoffsupersulfid) gefüllt, durch

ärmung des leeren Theiles läßt man einige Luftblasen austreten und der Erkaltung bringt daher die Flüssigkeit hinein. Hat man auf diese etwa ein Viertheil des knieförmigen Rohres gefüllt, so irmt man die Stelle o sehr behutsam, um sie von innen trocknen, alsdann schmilzt man sie durch die Glasbläser-pe zu. Sie erhält nach Entfernung des Theiles d, den man beim chmelzen trennt, die Ansicht der Fig. 281.

Fig. 281.



Ruhig hingestellt zersetzt sich die Flüssigkeit, welche bei c steht, ohne :re Einwirkung als die der gewöhnlichen Temperatur der Luft. Es eicht Schwefelwasserstoffgas und der durch dasselbe gelöst gewesene wefel scheidet sich in schönen feinen, der Untersuchung fähigen Krystallen . Der entweichende Schwefelwasserstoff weiß aber nicht wohin, die röhre leistet ihm Widerstand und doch findet eine immer stärkere Ent-elung desselben statt, so verdichtet das Gas sich immer mehr, bis es :r seinem eigenen Drucke zu einer Flüssigkeit wird, welche sich in dem :ren Schenkel der Röhre sammelt.

Diese Art, sich flüssigen Schwefelwasserstoff zu verschaffen, ist des- der anderen vorzuziehen, weil sie keines zusammengesetzten Luftpumpen-arates bedarf.

Schwefelwasserstoff ist eine wahre Säure, jedoch eine von den schwä-en, sie färbt das Lackmuspapier roth und wirkt im Uebrigen, sich mit en verbindend, ganz wie jede andere schwache Säure, giebt Salze 2c., mt aber dabei die Stelle des Wassers in den Hydraten ein. Wir sen uns hierüber verständigen: Der Schwefel ist eines von den Ele-ten, welche Berzelius „Amphigene" nennt, es kann derselbe sowohl en als Säuren bilden — Schwefelwasserstoff ist eine Sulphosäure, Sulfid, also Wasserstoffsulfid.

Dieses Sulfid kann sich mit Sulfureten, d. h. Sulfobasen verbin-, dann giebt es Verbindungen, welche den Oxydhydraten entsprechen hrer Zusammensetzung und welche deswegen Sulfhydrate genannt wer- Otto sagt: der Schwefelwasserstoff erscheint hiernach als das Ana-n von Wasser, er nimmt unter den Schwefelverbindungen dieselbe lle ein, welche das Wasser unter den Sauerstoffverbindungen ein-mt." — Das Kalihydrat besteht aus Kaliumoxyd und Wasserstoffoxyd O, HO), das Kaliumsulfhydrat aus Schwefelkalium mit Schwefel-erstoff (KaS, HS), wo eine ganz der vorigen analoge Zusammen-ng nicht zu verkennen ist.

Allein der Schwefelwasserstoff schließt sich auffallend dem Verhalten Wasserstoffsäuren an, indem er mit den Oxyden Schwefelmetalle Wasser giebt, wie die Salzsäure z. B. in gleichem Falle Chlor-

metalle und Wasser bildet. - Natron und Salzsäure giebt Chlornatrium und Wasser ($NaO + ClH$ giebt $NaCl + HO$). Wegen dieses Verhaltens wird er namentlich von den französischen Physikern eben so bezeichnet wie die Wasserstoffsäure, er heißt wie „Acide chlorhydrique" so Acide sulfhydrique.

Wäre der Umstand der leichten Zersetzbarkeit nicht, so würde der Schwefelwasserstoff den Sinnen noch viel beschwerlicher fallen, allein in der Luft tritt er sehr bald mit dem Sauerstoff derselben zu Wasser zusammen, indessen er den Schwefel fallen läßt, was man allerdings der feinen Vertheilung und der geringen Quantität wegen nicht wahrnehmen kann, was aber sehr bemerkbar wird, wenn man die geringe Masse auf einen beschränkten Raum häuft. Dies ist die Ursache, warum Luft, welche durch Schwefelwasserstoff verpestet war, sehr bald wieder geruchlos wird; auch mit dem Wasser, welches Schwefelwasserstoff aufgelöst enthält, ist es eben so — nicht der Schwefelwasserstoff verduftet (wiewohl dies auch geschieht), sondern der Wasserstoff verbindet sich mit dem Sauerstoff zu Wasser und der Schwefel fällt nieder — dieser ist es, der die Schwefelwasser trübt, wenn sie lange an der Luft stehen und der weiße Satz, sonst als lac sulfuris oder als sulphur präcipitatum bekannt (Schwefelmilch, niedergeschlagener, gefällter Schwefel), ist der aus der Verbindung mit dem Wasserstoff entlassene Schwefel. Soll daher der im Wasser gelöste Schwefelwasserstoff längere Zeit aufbewahrt werden, so muß es in ganz gefüllten Flaschen unter sehr genauem Verschluß geschehen.

Diese Neigung, sich zu zersetzen, welche für die Nase in sofern sehr bequem ist, als der Geruch sich bald von selbst verliert, wenn etwa Schwefelwasserstoffgas irgendwo entwichen sein sollte, führt doch wieder andere sehr große Unbequemlichkeiten mit sich.

In alten Häusern alter Städte, so in manchen Theilen von Hamburg, giebt es noch jetzt außerordentlich enge Hofräume, welche den Luftwechsel hindern; es gab in der Nähe des Zippelhauses und der Catharinenkirche Hofräume, welche die Quadratfläche eines großen Bogens Papier hatten, so daß zwei Menschen gleichzeitig sich schwer darauf bewegen konnten, beide natürlich nur stehend, nicht sitzend, nicht gebückt; diese Schlote gingen durch sechs Stockwerke, bevor sie das Dach erreichten; es giebt in Stuttgart, in Frankfurt am Main, mehr als irgendwo aber in Paris und in London ganz ähnliche bauliche Verhältnisse, sie sind der Gesundheit der Bewohner höchst nachtheilig, denn grade in diesen dem Luftwechsel nicht zugänglichen Theilen sind auch die Cloaken, welche ihre giftigen Dünste unaufhörlich aushauchen.

Von der Scheußlichkeit solcher Wohnungen kann unsereins sich durch-

aus keinen Begriff machen, das ist in einem civilisirten Lande ganz unmöglich, das kann nur in England und in Italien stattfinden; eine Thatsache scheußlichster Art stellt V. A. Hubert in seiner Schrift „die Wohnungsnoth der kleinen Leute“, Leipzig 1850, auf; die bezügliche Stelle lautet: „In Wild Court (Drury Lane, London) sind neuerdings 13 Häuser durch Ausbau bewohnbar gemacht worden, wobei der Inhalt der Senkgruben in 150 Karren (zweirädrige, geräumige Fuhrwerke) und der sonst in den Kellern und an den Fundamenten aufgehäufte Unrath in 350 Karren — wer diese Fuhrwerke kennt, weiß, was das heißt — fortgeschafft wurde. Unter den Dielen befanden sich 3 bis 4 Zoll tiefe Schichten einer wimmelnden Masse von Ungeziefer aller Art und an Wanzen wurde ein Tonn (2000 Pfund) Gewicht fortgeschafft. In den Parterrewohnungen waren die Cloaken mit dünnen Brettern verdeckt und sie führten ihren Inhalt unmittelbar in den Brunnen. Diese 13 Häuser enthielten eine Bevölkerung von 1000 Seelen.“

Wir wollen nicht bis zu diesen entsetzlichen Extremen schreiten, ein jeder unserer Leser wird glauben, daß schon in Räumlichkeiten, wie die früher angedeuteten, wenig genug Luftwechsel und übergenug Entwickelung von Schwefelwasserstoff vorhanden ist, wie denn der ganze Brauch der Senkgruben ein verwerflicher, nur noch in alten Häusern vorkommt, oder wenn in neueren Zeiten nur noch von Baumeistern, welche mit der Zeit und der Entwickelung der Künste nicht mitgeschritten sind, ausgeführt werden kann. Man bedient sich jetzt transportabler Bequemlichkeiten, welche allwöchentlich oder alltäglich ausgetragen werden. Ueberall, wo dies nicht geschieht, und um so mehr, je länger dies nicht geschieht, entwickelt sich aus den Excrementen die tödtlich giftige Luftart, das Schwefelwasserstoffgas, überall macht sie die Räume ungesund, überall sehen die Leute, welche sich immerfort in der Nachbarschaft derselben aufzuhalten, welche dort zu wohnen gezwungen sind, aus wie wandelnde Leichen und sie sind es auch, denn sie tragen nicht bildlich, nicht figürlich, sondern wirklich den Tod in allen Gliedern; aber auch was sie umgiebt, ist dem Verderben geweiht — nicht allein das Lebende, nicht blos Menschen und Thiere, auch die Sachen erliegen der zerstörenden Kraft dieses Giftes, das Holz vermodert, das Metall verrostet, die Wäsche verrottet, wird zerfressen, zerstört durch und durch.

Wer dieses hört, wird vielleicht sagen: das klingt fabelhaft, was hat eine Komode mit giftigen Ausdünstungen zu thun, der Wäsche wird nicht übel vom Geruch des Schwefelwasserstoffgases, sie leidet nicht an Ekel und Appetitlosigkeit.

Nein! Dagegen läßt sich nichts einwenden, daran leidet die Wäsche

nicht, aber sie leidet an den zerstörenden Wirkungen einer Säure und überdies hat der Schwefelwasserstoff noch eine andere, ihn für Pflanzengewebe verderblich machende Eigenschaft, er verwandelt sich an der Luft, besonders wenn Feuchtigkeit mit im Spiele ist, unter Entlassung seines Wasserstoffes in Schwefelsäure.

Man hat diese Erscheinung, diese Umwandlung durch Experimente nachgewiesen und sie erklärt mehr wie alles andere das Vermodern der Zeuge in feuchten, niedrig und schlecht gelegenen, der Lüftung nicht zugänglichen Wohnungen. In solchen Fällen sieht man die Wäsche sich auflösen wie Zunder und aus solcher Wäsche kann man die Schwefelsäure in Substanz darstellen, also den Grund der Zerstörung nachweisen.

Folgende drei Zersetzungsarten des Schwefelwasserstoffes finden also entschieden statt: Bei niedriger Temperatur Bildung von Wasser und Ausscheidung des Schwefels; bei erhöheter Wärme, jedoch noch in derjenigen Grenze, in welcher der thierische Körper sie erzeugen kann, Ausscheidung von Wasserstoff und Bildung von Schwefelsäure; endlich bei Verbrennung mit Flamme oder überhaupt in höherer Temperatur, Bildung von schwefliger Säure und von Wasser.

Aber nicht bloß Sauerstoff, sondern noch viele andere Körper geben Gelegenheit zur Zersetzung dieser Säure; so die Metalle, selbst die edelsten, Gold, Silber, ferner Quecksilber, Kupfer u. s. w. Auf dieser Zersetzung beruht das Anlaufen der Metalle; es wird Schwefelmetall gebildet und Wasserstoff wird frei. Wo schwefelwasserstoffhaltige Ausdünstungen vorkommen, ist ein solches Anlaufen der Metalle um so mehr zu bemerken, je heller die Farbe des Metalles und je verschiedener die Farbe seines Schwefelmetalles von seiner eigenen ist. Das Schwefelgold ist braun, das Schwefelkupfer dunkelbraun, Schwefelsilber beinahe schwarz. Die Metalle, blank und rein, überziehen sich, je reiner sie sind, je leichter mit einer Schicht Schwefelmetall; man kann sie dagegen schützen, wenn man sie mit einem in der Kälte erstarrenden Fett, mit Schweineschmalz etwa, überzieht, allein welche Unbequemlichkeit verursacht das Reinigen nachher und in vielen Fällen würde die ursprüngliche Schönheit gar nicht wieder herzustellen sein, wie bei den matt gesottenen Waaren, deren reines Weiß kein Putzen und Waschen wiedergiebt.

Gold wird durch den Anflug seines Schwefelmetalles nur etwas verdunkelt, Kupfer erhält jene eigenthümliche dunkle Farbe, welche wir an dem aus England zu uns kommenden Kupfergeschirr, Theemaschinen u. dergl. bewundern. Silber aber, welches bei einer geringen Verschwefelung schon bräunlich wird, erhält bei längerem Verweilen in solcher Atmosphäre eine beinahe schwarze Farbe. Man weiß sich mitunter den Grund gar nicht

ızugeben — „dieser Löffel war ganz rein, ich habe nur die frischen Eier
mit umgerührt — da muß etwas Giftiges sein? — ich weiß nicht was
ıs bedeutet", sagt die Köchin, wenn man ihr den stellenweise geschwärzten
ffel zeigt. — Ganz recht, etwas Giftiges und zwar in den Eiern. Die
lbe Farbe des Innern jedes Eies rührt von Schwefel her — Wasser-
off ist ein Hauptbestandtheil aller thierischen Körper, so sind die Be-
ngungen zur Schwefelwasserstoffbildung vorhanden. Ja noch viel auf-
llender ist es, daß nicht einmal so directes Vorhandensein der Bedingungen
thig ist und daß schon äußerst wenig Schwefelwasserstoffgas, wenn der-
lbe nur immer wieder vorhanden ist, solche Zersetzungen einleitet oder
lche Verbindungen bewirkt.

Die meisten thierischen Stoffe dünsten Schwefelwasserstoff aus. Die
olle z. B. thut es in solchem Grade, daß es nachgewiesen werden kann.
s ist möglich, Silber und Gold durch Umwickelung mit solchen Sub-
nzen, welche die Luft überhaupt, also auch Schwefelwasserstoffgas ab-
lten, nicht durchlassen, die Circulation, den Wechsel hemmen, gegen die
erwandlung durch Schwefelwasserstoffgas in Schwefelmetalle zu schützen;
an bedeckt z. B. die Stickereien der Uniformen mit sogenanntem Seiden-
ıpier und über dieses heftet man Wachspapier. Jetzt kann äußerlich
ızu tretendes Schwefelgas keine Wirkung darauf ausüben; die Stickereien
ufen doch an. Wäre es durch seitwärts eintretendes Gas geschehen,
müßten jedenfalls die Ränder der Stickerei am meisten gelitten haben,
leidet jedoch die ganze Stickerei überall gleichmäßig, wird anfänglich
äunlich, beinahe röthlich, so daß der Besitzer glaubt mit unechter Stickerei,
e er für echte bezahlt hat, betrogen zu sein; nach und nach bräunt sich
ıs Roth und schließlich wird es schwarz und zwar bei Silber viel mehr
s bei Gold, wenn schon bei diesem auch sehr fühlbar.

Das Färbende ist der Schwefel, welcher Schwefelmetalle bildet; was
n hergiebt, ist der Schwefelwasserstoff, den die Wolle, also das Tuch des
ockes in einer unbeschreiblich geringen aber in einer immerfort sich er-
uernden Menge entwickelt und die nun unterhalb des Wachspapiers selber
sto ungestörter fortwirkt. Am meisten findet dieses Statt in den Schränken,
welchen man die Staatskleider, abgesondert von denen für den täglichen
ebrauch, zu bewahren pflegt. Wenn die Kleider frei hängen würden, so
üßte der immerfort statthabende Luftwechsel die äußerst geringe Menge
chwefelwasserstoffgas, welche sich entwickelt, fortführen; verschlossen und
ngewickelt aber ersticken sie in ihrem eignen Säuredampfe. Das ist auch
r Grund, warum lange in einem Kasten eingeschlossene Kleider, z. B. Erb-
haftsgegenstände, welche bis zur Regulirung durch das Gericht (das
ıuert bekanntlich um so länger, je bedeutender die Erbschaft ist) unter

Siegel bewahrt werden, gewöhnlich verrottet sind — „bewahrt und beklagt“ kann man wohl sagen.

Verluste sind bei diesen Erscheinungen immer und ausnahmslos vorhanden, Stoffe werden zerstört, an denen ist nichts zu retten, die durch Säure unhaltbar gewordenen Dinge kann man nicht durch ein Alkali wieder haltbar machen — den Fortgang der Zerstörung kann man hindern, die Zerstörung hemmen auf dem Stadium, auf welchem sie angelangt ist, aber sie rückgängig machen kann man nicht. Mit Metallgeweben, Tressen ꝛc. ist es eben so, mit gediegenen Metallmassen kann man zwar die Procedur der Reinigung vornehmen, allein was ist dieses anders als ein Verlust an dem Metall. Die oberste Schicht, welche in Schwefelmetall umgewandelt ist, muß durch Abschleifen und Abscheuern entfernt, die darunter liegende noch nicht angegriffene Metallschicht muß bloßgelegt werden. Der Sprachgebrauch benennt dies mit einem milderen Ausdruck und sagt „putzen“; Metall putzen ist aber weiter nichts als Abschleifen und Abscheuern der Oberfläche. Nach jedem Putzen ist ein silberner Teller leichter als vorher, täglich gebrauchte Löffel wogen bei der Hochzeit 4 Loth das Stück, bei der silbernen Hochzeit wird es sehr gut sein, neue Löffel aufzulegen, deun die vorhandenen wiegen nur noch zwei Loth. Dies ist gar keine Uebertreibung, es ist z. B. eine in den Rechnungen der Militairverwaltungen festgestellte Thatsache, daß der Soldat sein Komißgewehr, welches doch gewiß nicht zu den zartesten Gegenständen gehört, die es auf Erden giebt, binnen 20 Jahren so vollständig zerputzt, daß keine Schraube, kein Beschlag, kein Lauf mehr brauchbar ist und zwar nicht in Krieges-, sondern in Friedenszeiten. Daß also weichere Metalle, wie Silber und Kupfer, durch das Putzen noch mehr leiden, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung.

Die hier angeführten Metalle wirken so wie auch das Quecksilber schon bei gewöhnlichen Temperaturen auf das Schwefelwasserstoffgas, andere fordern eine erhöhete Temperatur, wie das Zinn, welches dann durch die Verbindung, die in der Wärme vor sich ging, die Temperatur noch aus sich selbst steigert, bis zur Lichtentwickelung. Das sonst so sehr leicht in Verbindungen eingehende Kali und Natronmetall (Kalium und Natrium) zersetzen doch das Schwefelwasserstoffgas nur zur Hälfte — es wird dadurch Schwefelkalium gebildet, aber dieses geht wieder mit dem übrigen Schwefelwasserstoff eine Verbindung ein, in welcher Schwefelwasserstoffgas nicht weiter zersetzt wird. Metalloxyde aber zersetzen das Schwefelwasserstoffgas noch viel leichter als Metalle, eben so die Salze, dies ist z. B. der Grund, warum die mit Bleiweis angestrichenen Thüren der geheimen Gemächer sich in ganz kurzer Zeit bräunen und endlich einen bläulich metallisch

schimmernden Glanz annehmen. Das Blei wird hier aus seinen Sauerstoffverbindungen ausgeschieden und in Schwefelblei verwandelt.

Dieses Verhalten hat zur Folge, daß der Schwefelwasserstoff ein in der Chemie höchst wichtiges Prüfungs- und Erkennungsmittel geworden ist. Seine Wirkung ist so stark, daß sie die Anwesenheit eines Metalles noch verräth, selbst da wo der Geruch die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff nicht mehr entdeckt. Wenn man Papier mit einer Auflösung von essigsaurem Bleioxyd (Bleizucker) benetzt und dieses dann einer Luft aussetzt, welche Schwefelwasserstoff enthält, so wird das Papier geschwärzt; es geschieht dieses in einer Luft, welche die Anwesenheit des Gases nicht mehr durch den Geruch verräth; dies geschieht aber noch bis zum Unerträglichen in einer Atmosphäre, welche nur ein Zehnmilliontheil des Gases beigemengt enthält — ein Hundertmilliontheil würde sich vielleicht der Nase nicht mehr verrathen; diese geringe Quantität würde aber noch auf das Prüfungspapier wirken.

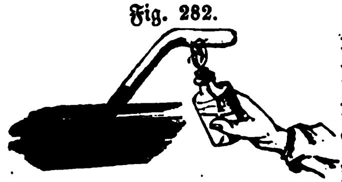
Bei solcher Empfindlichkeit ist dieses Prüfungsmittel (**Reagens**) auf Metalle unschätzbar und es wird als solches auch auf das Ausgedehnteste angewendet. Will man wissen, ob eine Flüssigkeit ein Metalloxyd enthält, so läßt man Schwefelwasserstoffgas hindurch streichen und sieht sofort an der Trübung oder an dem Klarbleiben, ob ein Metallsalz vorhanden war oder nicht, ja man erkennt sogar meistentheils an der Farbe, was für ein Metall darin enthalten ist; Blei, Quecksilber und Silber geben einen schwarzen, Wismuth und Kupfer einen schwarzbraunen, Gold und Platin einen braunen, Arsen einen gelben, Zinn einen hellgelben, Mangan einen röthlichen, Zink einen weißen Niederschlag. Als Weinprobe wird dieses Mittel stets ein ganz untrügliches sein. Hat der Weinhändler seinen Wein durch Bleizucker gesüßt, so färbt ein hindurchgehender Strom von Schwefelwasserstoffgas oder ein Zusatz von Wasser, in welchem dieses Gas aufgelöst worden, denselben sogleich braun durch das plötzlich entstehende Schwefelblei und der Niederschlag ist schwarz.

Um das Gas, welches man gewöhnlich statt der Flüssigkeit anwendet, zu erzeugen, bedarf es nur eines kleinen Kolbens oder einer ganz gewöhnlichen kleinen Flasche, in welche man zu etwas Wasser ein paar Stückchen Schwefeleisen von der Größe eines Pfefferkornes bringt und wozu man tropfenweise ganz wenig Schwefelsäure setzt. Es ist gut, wenn man ein doppelt gekrümmtes Gasentwickelungsrohr anbringt, welches S förmig gebogen, gestattet, daß man das Fläschchen sehr neige, beinahe flach hinlege. Bei allen unter Brausen und Schäumen stattfindenden Gasentwickelungen wird nämlich von dem gesäuerten Wasser immer etwas in die Höhe gerissen. Dieses kann nun sehr leicht in die Röhre gelangen und durch die

entweichenden Gase in die Flüssigkeit gebracht werden, in welche man nur das Schwefelwasserstoffgas zu leiten beabsichtigt. Sobald aber die Flasche schräg gelegt wird, steigen die Tropfen immer an die Wand der Flasche und sinken von dieser immer wieder zurück und die Säure kann also das Experiment, welches man anstellen will, durch ihre unzeitige Beimengung nicht unsicher machen.

Beabsichtigt man die Zusammensetzung des Gases zu ermitteln, so verfährt man so, daß man ein bestimmtes Metall, welches sich in der Wärme leicht mit dem Schwefel verbindet, in genau abgewogener Menge zu dem Gase bringt und den Erfolg der Wechselwirkung des Gases und des Metalles aufeinander, unterstützt durch die Wärme, abwartet.

Fig. 282.



Eine weite Röhre von dünnem Glase und ihrer Weite wegen von ziemlichem Inhalt, so gekrümmt, wie die Fig. 282 zeigt, füllt man über Quecksilber mit dem Gase an. Die Röhre auf einer Seite zugeschmolzen, hat eine solche Biegung, daß ihr kürzerer Theil horizontal liegen kann, während der längerer schräge in das absperrende Quecksilber reicht. In die obere, kleinere Abtheilung bringt man ein kleines Stückchen Zinn, welches man auf das Genaueste gewogen hat.

Sobald man nunmehr sich den Stand des Quecksilbers in der Röhre angemerkt, hält man unter das Zinn eine schwach brennende Spirituslampe und in sehr kurzer Zeit entzieht das Zinn dem Schwefelwasserstoffgas seinen Schwefel, sich damit zu Schwefelzinn verbindend. Man wird alsdann nach dem Erkalten bemerken, daß der frühere Standpunkt des Gases vor dem Experiment auch genau der jetzige ist, daß seine räumliche Ausdehnung sich durchaus nicht verringert hat. Der Schwefel geht also bei dieser Verbindung mit dem Wasserstoffgase eine Verdichtung ein und sobald der Schwefel wieder abgeschieden ist, tritt der Wasserstoff in seine alten Rechte, in seine frühere Räumlichkeit ein.

Um sich zu überzeugen, ob das Gas gänzlich zersetzt ist, ob es nicht noch etwas Schwefelwasserstoffgas einschließt, bringt man ein Stückchen befeuchteter Pottasche hinein. Der Raum des Gases muß ganz unverändert derselbe bleiben; wenn dieses nicht der Fall ist, wenn er sich verringert, so war noch Schwefelwasserstoff vorhanden, welches von dem Aetzkali nicht zersetzt, sondern aufgenommen wird.

War das frühere vorgenommene Experiment als vollendet anzunehmen, wurde durch die Pottasche kein Schwefelwasserstoff absorbirt; war also der Befund, daß in einem Volumen Schwefelwasserstoffgas ein Volumen Wasserstoffgas enthalten sei, der richtige, so läßt sich bei den bekannten

er zu ermittelnden) Gewichten der Gasarten folgende Berechnung auf-
en:

Das Schwefelwasserstoffgas hat eine Schwere von	1,1912
Das reine Wasserstoffgas hievon abgezogen mit .	0,0692
bleibt übrig als vorhandener Schwefel	1,1220

ches bis auf ein Hundertstheil genau gleich ist dem sechsten Theile des vichts eines Volumens reinen Schwefeldampfes, woraus man also mit ht schließt, daß Schwefelwasserstoff eine Verbindung sei von 1 Vo-en Wasserstoff und ⅙ Volumen Schwefeldampf oder aus 2 Volumen sserstoff und ⅓ Schwefeldampf. Ein Drittel Schwefeldampf ist aber Aequivalent, das Atom, das Mischungsgewicht des Schwefels; das s ist also zusammengesetzt aus 1 Atom Schwefel und 1 Atom Wasser-f und darum sein Zeichen auch ganz richtig HS. Ein Aequivalent H ein dito S.

Zweifach Schwefelwasserstoff. HS^2. (Bisulfur d'hydrogène). Wasserstoffsupersulfid.

Der Schwefel bildet mit dem Wasserstoff noch eine Verbindung, in cher doppelt so viel Schwefel vorkommt, also auf ein Aequivalent sserstoff zwei Aequivalent Schwefel; diese Verbindung giebt eine gelb-:, ölartige Flüssigkeit von süßbitterlichem Geschmack, eigenthümlich un-enehmem, die Nase und die Augen reizendem Geruch, von der Con-nz eines ätherischen, bis zu der eines fetten Oeles. Einen tech-hen Nutzen hat dasselbe nicht, allein es ist auch für den Laien, nicht s für den Chemiker, interessant durch sein Verhältniß als geschwefelter sserstoff zum oxydirten Wasserstoff und durch eine Eigenthümlichkeit er Darstellungsweise.

Das Erste betreffend, so pflegt der Chemiker die Verbindung von wefel und Wasserstoff als eine ganz analoge der Verbindung von erstoff und Wasserstoff zu betrachten. Ist dieses nun nicht als un-tig abzulehnen, so muß man zugestehen, daß der geschwefelte Schwefel-serstoff analog sei, parallel laufe dem oxydirten Oxygen-Wasserstoff, oxydirten Wasser. Zu dieser Annahme gesellen sich nun das die nlichkeit belästigende Verhalten beider. Sie sind gleich geneigt sich st zu zerlegen, die größere Menge Schwefel oder Sauerstoff abzugeben

auf die niedrigere Oxydations- oder Schwefelungsstufe zurück zu gehen; dieses Bestreben wird bei beiden durch einen Zusatz eines Alkali befördert, bei beiden durch den Zusatz einer Säure verringert. Eben so wie das Wasserstoffsuperoxyd wird auch das Wasserstoffsupersulfid durch pulverige Körper, Metalle, Kohle, Metalloxyde zerlegt, indem sich die Flüssigkeit trübt; Schwefelwasserstoff entweicht und Schwefel zurück bleibt. Ist es vollkommen trocken, ganz wasserfrei, so kann es in einer starken Glasröhre, welche zugeschmolzen wird, aufbewahrt werden, ist es nicht wasserfrei, so zersetzt es sich in flüssigen Schwefelwasserstoff (deshalb eben das Glas sehr stark genommen werden muß) und Schwefel scheidet sich in schönen Krystallen aus.

Die Bereitungsart betreffend, so entsteht es durch Verbindung von einem Schwefelkalimetall (z. B. Schwefelkalium, in welchem aber die Schwefelungsstufe eine höhere als die einfache ist) mit einer Säure. Allein es ist durchaus nicht gleichgültig, ob man die Schwefelverbindung in die Säure oder ob man die Säure in die Schwefelverbindung bringt.. Es ist ungefähr derselbe Fall wie mit der Vereinigung von Nordhäuser Schwefelsäure und Wasser; gießt man die Säure in das Wasser, so erhält man eine verdünnte Säure; gießt man das Wasser in die Säure, so erhält man eine Explosion.

Es ist hier keineswegs derselbe Fall; allein die beiden Mengungen bringen doch ganz verschiedene Resultate. Gießt man in die Auflösung einer vielfachen Schwefelung von Calcium oder Kalium nach und nach eine Säure, so scheidet sich all der Schwefel, welcher in dem Sulfuret mit dem Metall verbunden ist, in einer größeren Zahl als ein Aequivalent, in Form eines äußerst zarten Pulvers (sulfur praecipitatum) aus und Schwefelwasserstoff entweicht gasförmig aus der Flüssigkeit.

Macht man das Experiment umgekehrt, gießt man die Schwefelkaliumlösung in eine Säure, so scheidet sich aller Schwefel mit dem Wasserstoff verbunden aus, es entsteht das Wasserstoffsupersulfid.

Diese Verschiedenheit der Wirkung der beiden Körper auf einander, je nachdem man eins zu zwei oder zwei zu eins bringt, macht die Verbindung interessant für den Laien, denn sie gewährt ihm einen Blick in die Natur der Körper, einen Blick auf die Hülfsmittel, welche die Natur bei ihren Bildungen anwendet und auf die Mannigfaltigkeit der Gestaltungen, welche hieraus hervorgehen.

Die Darstellung des Wasserstoffsupersulfids wird schließlich dadurch bewirkt, daß man ein solches im Wasser lösliches übergeschwefeltes Metall in Salzsäure gießt. Es entsteht sofort eine Trübung, welche die Bildung des ölartigen Körpers andeutet. Er ist schwerer als Wasser; um ihn zu

gewinnen, gießt man die Flüssigkeit in einen Trichter mit sehr langem Rohr. Der Schwefelwasserstoff sinkt darin nieder und füllt die Röhre und den untersten Theil des Trichters. Dann öffnet man die Röhre und läßt ihn ausfließen, allein obschon man denselben so von der Salzsäure trennen kann, so kann man ihn doch nicht ohne dieselbe aufbewahren, weil er sich in Gegenwart der Luft oder des Wassers zersetzt, wie bereits bemerkt.

Schwefelstickstoff. S_2N.

Diese Verbindung wurde von M. Soubeiran gefunden, indem er eine Verbindung des Ammoniaks mit einem Bichlorin des Schwefels mit Wasser auswusch; der Körper wurde dann von Forbos und Gehlis genauer untersucht und eine Zusammenstellung seiner Eigenschaften findet man in dem großen Werke von Pelouze unter dem Artikel: Azoture de soufre.

Um zu einem hierher gehörigen Körper zu gelangen, müssen wir wieder, wie schon öfter, zu Körpern unsere Zuflucht nehmen, die wir nicht kennen. Wir haben uns mit dem Stickstoff und mit dem Schwefel beschäftigt, es ist also nichts natürlicher als zu sehen, was Stickstoff und Schwefel, mit einander verbunden, für einen Körper geben werden, allein wir können ihn nicht darstellen, ohne uns zwei Compositionen von Körpern zu verschaffen, davon wir allemal einen noch nicht kennen. Um Schwefelstickstoff zu gewinnen, brauchen wir Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel. Es bleibt uns nichts übrig, als für den Augenblick Chlor und Kohlenstoff, so wie deren Verbindungen als bekannte Körper vorauszusetzen und uns nun mit der Gewinnung des Schwefelstickstoffes daraus zu beschäftigen.

Wenn man Chlorschwefel, eine schwere, rothe, durchsichtige Flüssigkeit, deren Darstellung und deren Eigenschaften uns später beschäftigen werden, in der flüchtigsten aller Substanzen, dem sogenannten Schwefelalkohol (oder Schwefelkohlenstoff) auflöst, das acht- bis zehnfache Volumen des Schwefelalkohols anwendend und wenn man dann Ammoniakgas in diese Lösung führt, so entstehen zuerst viele Flocken von Chlorammonium (da wir, geliebter Leser, hier unter uns sind, so wollen wir dieses gelehrt aussehende Ding seiner Perücke und seiner Manschetten berauben und es bei seinem gewöhnlichen,

uns Allen verständlichen Namen nennen — Salmiak — Chlorammonium ist der wissenschaftliche Name des Salmiaks und nichts weiter, wenn aber der Herr Professor der Chemie dabei wäre, müßten wir Chlorammonium sagen, sonst hält er uns für Schuster oder Schneider, nicht für gebildete Leute) welche die röthliche Farbe der Flüssigkeit merklich dunkler machen, es beruht diese Erscheinung auf der Bildung einer cochenillerothen Verbindung, welche sich bald abscheidet, jedoch in dem Schwefelalkohol zum Theil löslich ist. Diese rothe Verbindung wird aber zersetzt, wenn man mit Zuleitung des Ammoniakgases fortfährt, wobei sich ein braunes Pulver bildet, das aber auch nur eine Uebergangsstufe zur Gewinnung des Schwefelstickstoffes ist und durch ferneres Zuleiten von Ammoniakgas abermals zersetzt wird.

Man führt so lange Gas in die Flüssigkeit, bis dieses Pulver gänzlich verschwunden ist, die Flocken aber, welche in der Flüssigkeit schweben, wenig gefärbt erscheinen und die Flüssigkeit selbst eine schöne orangegelbe Farbe hat. Ist dieses Stadium erreicht, so leitet man ferner kein Gas zu der Flüssigkeit, sondern man filtrirt dieselbe, um den noch vorhandenen Salmiak und sonstige Unreinigkeiten oder nicht aufgelösten Substanzen zurückzuhalten. In der filtrirten Flüssigkeit befinden sich Schwefel und Schwefelstickstoff aufgelöst. Auf dem Papier des Filtrums kann noch viel Schwefelstickstoff zurückgeblieben sein, darum übergießt man dasselbe wiederholt mit reinem Schwefelkohlenstoff, der so stark wie möglich, d. h. bis zu seinem Siedepunkte (48°) erhitzt worden ist. Dieser nimmt den Schwefelstickstoff auf und führt ihn zu der übrigen Lösung.

Da Schwefelstickstoff schwerer löslich ist als Schwefel, so krystallisirt er aus seiner Auflösung früher als dieser und kann so von demselben getrennt werden. Die Krystalle sind durchsichtig, von schönstem Hyazinthroth und sie geben zerrieben ein goldgelbes Pulver von dem prächtigsten Farbenton, aber das Pulvern muß mit äußerster Vorsicht betrieben werden, ein unvorsichtiger Stoß bringt eine Explosion hervor; er ist, wie alle Stickstoffpräparate, ein höchst gefährlicher Körper (wir werden in dem unmittelbar folgenden Abschnitt zu einem Körper, dem Chlorstickstoff gelangen, der ein paar der ausgezeichnetsten, berühmtesten Chemiker verstümmelt, beinahe getödtet hat), er ist es in solchem Grade, daß eine Quantität von fünf Centigramme, das ist ungefähr ein Gran, ein Pfefferkorn schwer (nicht groß), das ist ein Zweihundertvierzigtheil eines Lothes, genügend ist, einen Achatmörser und den Stößel dazu vollständig zu zertrümmern, wenn beim Zerreiben ein etwas harter, plötzlicher Druck ausgeübt wird; natürlich ist die Hand, welche diesen Druck oder Stoß vollbrachte, verloren.

Sehr merkwürdig ist auch, daß langsame Erhitzung ihn zersetzt, daß lötzliche Erhitzung diesen Körper aber zur Explosion bringt bei einer iel niedrigeren Temperatur als er zu ertragen im Stande ist, wenn er ngsam erhitzt wird.

Dieser räthselhafte Körper gehört zu denjenigen, welche wir späterhin ls Knallpräparate kennen lernen werden. Knallsilber, Knallgold ꝛc. danken hre furchtbare Eigenschaft dem so indifferenten Stickstoff, einem Elemente, elches man beinahe als unthätig, als ein nur zur Verdünnung an- erer Substanzen bestimmtes zu betrachten gewohnt ist. Dieses grade acht die Erscheinung seiner furchtbaren, alles andere an Gewaltsamkeit bertreffenden Wirkungen so schwer begreiflich. Die sonstigen Eigenschaften es Schwefelstickstoffes sind nicht auffallend, er hat keinen Geruch; wenn r gepulvert wird, nur einen sehr schwachen, Schwefel verrathenden Ge- uch, seine Farbe ist goldgelb, das Pulver scheint electrisch zu sein wie Schwefel es in hohem Grade ist, denn das geriebene Pulver haftet an Papier und Glas. Er wird durch Wasser nicht benetzt, viel weniger auf- elöst, dagegen lösen Alkohol und Aether geringe Mengen, ätherische Oele twas mehr davon auf; vollkommen leicht löslich ist er in Schwefelkohlen- toff, aus welchem er gewonnen wurde, aber unter allen Verhältnissen, elbst in Schwefelalkohol aufgelöst, unterliegt er einer langsamen Zer- etzung.

Selén. Se.

Neben dem Schwefel stehen zwei Körper, welche in ihren Eigenschaften nit demselben nahe übereinstimmen und deshalb berechtigt sind, mit ihm leichzeitig betrachtet zu werden; Selén nämlich und Tellur, beide aber ind so seltene Mineralien und sind daher so theuer, daß sie noch gar eine Art der Anwendung gefunden haben. Ihre Seltenheit hat auch ver- rsacht, daß sie zu den neueren Entdeckungen der Chemie gehören; bis egen Ende des vorigen Jahrhunderts hat man von beiden Körpern nichts ewußt; damals wurde das Tellur in den Goldbergwerken von Ungarn ntdeckt. Selén ist von Berzelius im Jahre 1817 aufgefunden worden, ls er den Schlamm der Bleikammern zu Gripsholm analysirte. Dieser etrocknete und erhitzte Schlamm verbreitet einen sehr üblen Rettiggeruch.

Da man das neue Element noch nicht kannte, seine Existenz nicht ahnete, Tellur aber einen ähnlichen Geruch verbreitet, wenn man dieses Metall auf Kohlen röstet und verdampfen läßt; so hielt man Tellur für die Ursache des Geruches und schloß daraus, der Schwefel, welcher aus den Fahluner Bergwerken gewonnen und zur Schwefelsäurebereitung in Gripsholm verwendet wird, sei tellurhaltig.

Ein Mann, wie Berzelius, konnte aber mit Vermuthungen nicht zufrieden sein; er untersuchte weiter, er schied den übelriechenden Körper aus und er fand nicht Tellur, sondern ein bis dahin unbekannt gewesenes Element.

Die Eigenschaften dieses Elements hat man indessen mit Fleiß aufgesucht und studirt. Selén*) ist ein beinahe schwarz aussehender Körper, von mehr Glas- als Metallglanz, ein Stück des Bodens einer zerschlagenen dunkelgrünen Glasflasche hat äußerlich die größte Aehnlichkeit mit dem Selén, nur sieht man selten so große Stücke wie Mitscherlich deren in seinen Vorlesungen zeigt. Die schwarze Farbe ist eine höchste Verdunkelung von Roth (auch Blau, Grün und Violet geben in ihren sattesten Tinten Schwarz). Beim Durchbrechen eines Stückes Selén erhält man mitunter eine so schräg laufende Splitterung, daß man die Kanten derselben, gegen das Licht gehalten, in einem prachtvollen Rubinroth sieht. Der Bruch ist glasig und muschelig, allein es kommt doch, was das Aussehen betrifft, sehr auf die Art der Erkaltung des Seléns an. Dasselbe schmilzt nämlich bei ungefähr 250 Grad — andere nehmen 200 an — Selén gehört nicht zu den Körpern, welche, wie Blei, Zinn, Zink, Schwefel, Wasser, Stearin, plötzlich aus dem starren in den flüssigen Zustand übergehen, sondern es erweicht sich vorher wie Eisen, Kupfer, Wachs und daher die Zweifelhaftigkeit über seinen Schmelzpunkt.

Wenn man das geschmolzene Selén auf eine Steinplatte oder in eine Form gießt und schnell erkalten läßt, so erhält es jene feste, spröde Beschaffenheit, welche den muschligen Bruch zeigt; wenn es dagegen langsam

*) Der Verfasser schreibt den Namen stets mit der Accentuirung Selén, um durch die gewöhnliche Schreibart nicht zu falscher Ableitung Anlaß zu geben. Seléne ist der der Mond, Tellus die Erde; weil nun das Metall, was nach dieser letzteren genannt wird, Tellur, häufig das andere Element zur Begleitung hat, so nannte es Berzelius nach dem Begleiter der Erde, Selén. Als im Anfange der 20ger Jahre viel von Selénblei, Selénschwefel, Seléneisen die Rede war, hörte der Verfasser ein paar Mystiker über die Merkwürdigkeit des aufgefundenen Seelenbleies, Seelenschwefels sprechen und die Frage aufwerfen und behandeln: ob denn da in der anorganischen Natur wirklich etwas seelenartiges gefunden sei und warum denn nicht — da nichts unmöglich sei? Deshalb schreibt der Verfasser Selén.

erkaltet, so wird es körnig auf dem Bruche, auch ist es in diesem Zustande dichter, sein specifisches Gewicht ist 4,80, wenn es dagegen schnell erkaltet, nur 4,28.

Beim langsamen Erkalten geht es ungefähr bei 100° durch einen auch dem Schwefel ähnlichen Zwischenzustand von Weichheit und Knetbarkeit, den es längere Zeit behält. In diesem Zustande läßt es sich zu feinen, durchsichtigen Fäden ziehen und ein Tropfen davon zwischen zwei Spiegelplatten gepreßt, zeigt sich dann sehr dünn, durchsichtig und von äußerst schöner rother Farbe. Das geschmolzene Selén sieht dunkelbraun aus, die Dämpfe dunkelgelb.

Selén ist ein schlechter Wärmeleiter, leitet auch die Electricität nur schlecht wie der Schwefel; aber dieser letztere wird durch Reiben sehr stark electrisch, das ist mit Selén nicht der Fall. Es ist nicht hart, denn es läßt sich mit dem Messer ritzen, dabei ist es so wenig zusammenhängend, hat so wenig Cohäsion, daß es sich leicht pulverisiren läßt, die Farbe ist dann zinnoberroth. Selén brennt mit schwach blauer Flamme und bildet dabei selénige Säure, deren Rettiggeruch sie verräth, dasselbe geschieht, wenn man Selén pulverisirt auf glühende Kohlen wirft; es bilden sich zinnoberrothe Dämpfe, welche der Verbrennung entgehen, diese sind ein Gemenge von eigentlichem Selén in Dampfform und von seléniger Säure, einer Verbindung des Seléns mit dem Sauerstoffe, vielleicht auch mit etwas Wasserstoff, da die Luft doch niemals ganz frei von Feuchtigkeit ist, diesem letzteren schreibt Pelouze den Rettiggeruch zu, denn das reine verdampfende Selén und die Sauerstoffsäure desselben soll geruchlos sein.

Selén, zwar sehr vielfach verbreitet, ist dennoch einer der seltensten und deshalb theuersten Körper, er war eine Zeit lang viel theurer als Gold, ist im Preise zwar sehr gesunken, gehört aber immer noch zu den theuersten Raritäten eines chemischen Laboratoriums. Die Franzosen bringen es gewöhnlich als kleine Medaillons mit dem Reliefbilde des Berzelius in den Handel. Es kommt am Harze in Verbindung mit Blei, Silber, Quecksilber und Kupfer, und kommt vereinigt mit dem Schwefel, vereinzelt in kleinen Partikeln in die Gangart eingesprengt, es kommt in Schweden mit dem Wismutherz, Blei, Tellur und Golderz verbunden vor, immer aber nur in außerordentlich geringer Menge, manche Kiese des Eisens, des Kupfers enthalten dasselbe auch, aber in so geringer Menge, daß es durch die chemische Untersuchung nicht nachgewiesen werden kann; aber wie man in der atmosphärischen Luft die Beimengung von $\frac{1}{10000}$ Kohlensäure auffinden kann, indem man sehr große Quantitäten Luft dem absondernden Einfluß, z. B. des Kalkwassers für die Kohlensäure aussetzt, so kann man auch das aus den Erzen nicht darstellbare

Verbindungen des Seléns mit dem Sauerstoff.

Selénige Säure. SeO_2.

Wenn Schwefel an freier Luft verbrennt, so bildet er schweflige Säure. Dasselbe findet mit dem Selén statt; da dasselbe doch viel schwerer brennbar ist, so gelingt das Experiment nicht durch bloßes Anzünden des Seléns, sondern man muß Sauerstoff dazu bringen, um die Hitzegrade, welche zur Verbrennung erforderlich, hervorzubringen.

Fig. 283.

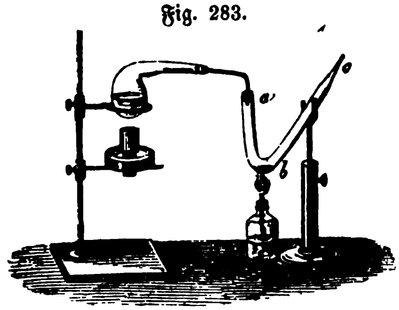


Fig. 283 giebt einen sehr zweckmäßigen Apparat hierzu. Die eine Hälfte zeigt eine Berzeliuslampe und eine Glasretorte mit chlorsaurem Kali mit etwas Braunstein gemengt, um das Zusammenbacken und Flüssigwerden des Salzes zu verhindern; hier wird Sauerstoff in großer Menge und großer Schnelligkeit entwickelt. Die andere Hälfte zeigt eine ziemlich weite Glasröhre a b c, bei b zu einem Knie gebogen, bei c spitz ausgezogen. Die Mündung a ist mit dem Gasentwickelungsapparat verbunden, in der Biegung b liegt ein Stückchen Selén. Dasselbe wird durch eine untergehaltene Lampe erhitzt und unter dem Zudrange des Sauerstoffgases brennt dasselbe sofort mit weißer, an den Rändern und Spitzen blauer Flamme. Es bildet sich dadurch selénige Säure, welche sich nach den kälteren Theile des Apparates hinzieht und in der Spitze bei c krystallisirt in Form weißer Nadeln.

Man erhält diese Säure auch auf nassem Wege, wenn man Salpetersäure oder Königswasser (Salpetersäure mit Salzsäure gemischt) auf Selén wirken läßt. Bei geringer Temperaturerhöhung schon löst sich das Selén in dieser Säure auf, selénige Säure bildend, welche man im wasserhaltigen Zustande und in schönen, großen, dem Salpeter sehr ähnlichen Krystallen durch Abdampfung erhält. Erhitzt man diese Krystalle, so verlieren sie das Wasser und was alsdann sublimirt, sind die vorhin gedachten Nadeln wasserfreier, seléniger Säure, welche im Wasser und im Alkohol in Menge löslich ist; sie gehört zu den stärksten Säuren, sie treibt Salzsäure und Salpetersäure aus ihren Verbindungen aus und wird selbst nur durch Säuren ausgeschieden, welche so wenig flüchtig sind, wie Schwefelsäure, Borsäure und ähnliche.

Die Salze dieser Säure, wenn sie neutral sind, reagiren alkalisch, (d. h. eigentlich, sie sind nicht neutral, denn in diesem Falle dürfen sie gar nicht, weder alkalisch noch sauer reagiren), wenn sie zweifach gesäuert sind, reagiren sie sauer, sie haben aber bis jetzt noch keinen technischen oder medicinischen Nutzen, keine Anwendung gefunden.

Selénsäure. SeO_3.

Die höchste der bis jetzt bekannten Oxydationsstufen des Selén ist leicht darstellbar, wenn man Selén mit Salpeter zusammen schmilzt, wodurch selénsaures Kali entsteht. Wenn man zu einer Auflösung dieses Salzes salpetersaures Bleioxyd bringt, so treibt die stärkere Selénsäure die Salpetersäure aus und es entsteht selénsaures Bleioxyd, welches nach dem Auswaschen sich im Wasser schwebend erhält, durch einen Strom von Schwefelwasserstoffgas aber so zerlegt wird, daß sich das Blei mit dem Schwefel zu unlöslichem Schwefelblei verbindet, Selénsäure aber frei wird und im Wasser gelöst bleibt.

Durch Kochen dampft man die Säure ab, wie man eben so Schwefelsäure concentrirt. Man kann es dahin bringen, daß der Siedepunkt der Selénsäureauflösung auf 280° steigt. Wenn man die Concentration noch weiter treiben will, so steigt zwar der Siedepunkt, allein zugleich wird die Säure zerlegt in selénige Säure und Sauerstoff. Die Selénsäure ist sehr schwer, sie wiegt viel mehr als die concentrirteste Schwefelsäure, nämlich nicht 1,70 oder 1,76, sondern 2,60, wobei sie trotz dieser Schwere doch noch mehr als ein Aequivalent Wasser enthält. Vielleicht würde sie sich so weit von Wasser befreien lassen, daß sie vollständig dem ersten Schwefelsäurehydrat analog zusammengesetzt wäre, allein die Zersetzung, der sie früher unterliegt, hindert dieses; im Uebrigen verhält sie sich jener concentrirten Säure ganz gleich, sie zieht wie diese begierig Wasser aus der Luft an, erhitzt sich stark, wenn man ihr Wasser zusetzt 2c.

Die verdünnte Selénsäure löst Zink und Eisen unter Entwickelung von Wasserstoffgas auf wie die Schwefelsäure, die concentrirte löst unter Beihülfe der Wärme Kupfer auf; darin, daß sie auch Gold auflöst, liegt wieder ein Beweis, daß sie stärker ist als die meisten andern Säuren.

Die selénsauren Salze haben in allen Beziehungen die größte Aehnlichkeit mit den schwefelsauren Salzen, selbst die große Verwandtschaft zum

Baryt fehlt nicht, um die Aehnlichkeit vollständig zu machen, allein eine Benutzung für irgend einen Zweig der Technik ist noch nicht gefunden worden, indeß die Schwefelsäure wie die schwefelsauren Salze eine ungewöhnlich häufige Anwendung finden.

Verbindung des Seléns mit dem Wasserstoff.

Selénwasserstoff. SeH.

Die Chemie kennt bis jetzt nur diese eine Verbindung des Seléns mit dem Wasserstoff und sie ist vollkommen analog der Verbindung des Schwefels mit dem Wasserstoff, die Darstellungsart ist dieselbe und die Gewinnung des Materials für die Darstellung ist dieselbe. Um Selénwasserstoff zu erhalten, übergießt man Seléneisen mit Selénsäure (um Schwefelwasserstoff zu erhalten, übergießt man Schwefeleisen mit Schwefelsäure) und um Seléneisen zu erhalten, schmilzt man Eisen mit Selén zusammen (wie man, um Schwefeleisen zu bekommen, Eisen und Schwefel zusammen schmilzt). Man sieht, daß hier Schritt für Schritt die auffallendsten Aehnlichkeiten in dem Verhalten der beiden Körper zu finden sind und sie hören mit dem Angedeuteten keinesweges auf, denn das Selénwasserstoffgas ist auch so giftig wie das Schwefelwasserstoffgas, es verbreitet einen eben so üblen Geruch, es wird von der Luft zersetzt, von Wasser aufgelöst, aber auch zersetzt und Selén dabei als feines Pulver gefällt. Selénwasserstoff ferner schlägt alle Metalle aus ihren Auflösungen nieder; kurz es fehlt nichts zu der vollkommensten Analogie in dem Verhalten der beiden Körper und wenn nun doch einige Eigenschaften vorhanden sind, welche die Chemiker zweifelhaft machen, wohin sie das Selén setzen sollen, neben den Schwefel oder neben die Metalle, so kommt das nur daher, daß sie die Natur in ein Schema zwängen, in ein am Studirtisch ausgebildetes Fachwerk drücken und schieben wollen; aber die Natur ist keine Freundin von Systemen, ein Fachwerk, welches der Mensch baut, hat nie genug Fächer, die Natur hat mehr Fälle vorbereitet, als der Mensch Fächer zusammengebaut hat, ein Repositorium für Briefe braucht nur 25 Fächer zu haben, denn die Namen müssen doch mit einem Buchstaben des Alphabets anfangen — wieviel Buchstaben aber das Alphabet

›er Natur hat, ist noch nicht ermittelt worden — es wird wohl einige nehr haben, zählt doch die russische Sprache schon 34 und nicht 25.

Ueberall in der Natur sehen wir Uebergänge, Pflanzen und Thier, Stein und Pflanze — man sollte meinen, es könnte keine schärfer geson›erte Begriffe geben, es könne nichts leichter sein, als Thier und Pflanze ınd Stein definiren — aber schon diese Definition ist unendlich schwer, 'ein Mensch weiß, wie viel Füße ein Thier hat, wie viele Augen, wie ›iele Sinne überhaupt, wo das Thier aufhört und wo die Pflanze an'ängt, wo die Pflanze aufhört und der Stein anfängt, weiß nun gar ıiemand. Sollte es denn mit den Elementen anders sein? Schwefel ist 'ein Metall und hat keine Eigenschaft eines Metalles; Blei ist eines, Selén hat die meisten Eigenschaften des Schwefels und einige der Metalle, Tellur hat einige Eigenschaften des Schwefels und die meisten mit den Metallen gemein, Blei hat eine metallische Eigenschaft und keine mehr mit ›em Schwefel gemein. In welche Klasse Tellur oder Selén nun kommen oll? — in keine Classe, es ist ein so überaus natürlicher Uebergang wie ›er von den Landsäugethieren zu den Fischen durch die Wassersäugethiere, welche die Form und die Lebensart und die Gewohnheiten der Fische ›aben, aber warmblütig sind, durch Lungen athmen und lebendig gebären — s ist da nichts Wunderbares, es ist nur wunderbar, daß man sich den kopf darüber zerbricht, wohin man Selén placiren soll.

Verbindungen des Seléns mit dem Schwefel.

Vom Standpunkte des Chemikers betrachtet, giebt es nur zwei solche Verbindungen. Zusammengeschmolzen kann Selén mit Schwefel in jedem eliebigen Verhältniß werden, es ist dieses aber kein neuer chemischer körper, welcher entsteht, es ist eine Verbindung wie Wachs und Talg in em sogenannten weißen Wachs; es ist wie im Schnelloth der Klempner der Flaschner eine Verbindung von Blei und Zinn; es ist eine Legirung, ber kein neuer, chemisch constituirter Körper.

Wir kennen das zweifache Schwefelselén und das dreifache Schwefelselén (bisulfure und trisulfure de Selenium, wie es die franösischen Chemiker nennen). Das Bisulfur (S_2Se) ist ein fester Körper on rothgelber Farbe, welcher schon unter 100 Grad schmilzt und unverndert sublimirt durch Salpetersäure und durch kaustische Alkalien ist

derselbe aber leicht zu zersetzen, indem die kaustischen Alkalien den Schwefel auflösen und das Selén in Freiheit setzen, umgekehrt die Salpetersäure Selén auflöst und Schwefel frei läßt.

Gebildet wird dieser Körper, wenn man ein Mischungsgewicht (Aequivalent) Selén mit zwei Schwefel zusammenschmilzt (Pelouze), sicherer aber und vollkommener vereinigt, wenn man eine Auflösung von seléniger Säure in Wasser durch eingeleitetes Schwefelwasserstoffgas zersetzt; es bildet sich ein anfangs citronengelber, dann hochgelb werdender Niederschlag, der getrocknet zu einer feuerrothen Masse wird.

Das dreifache Schwefelselén (S_3Se) erhält man durch Zusammenschmelzen von Selén und Schwefel in den durch die Formel und den Namen gegebenen Verhältnissen. Das Präparat ist in geschmolzenem Zustande schwarz; während es langsam erkaltet, wird es durchscheinend und rothgelb, wenn es aber erstarrt ist, ist es wieder durchsichtig, ziegelroth von Farbe. Es ist nicht so flüchtig wie der Schwefel, kann jedoch unverändert sublimirt werden, welches zu beweisen scheint, daß es nicht eine bloße Legirung, sondern ein eigner Körper sei. Schwefel und Quecksilber ist ein solcher neuer Körper aus zwei anderen, er sublimirt unverändert. Zinn und Quecksilber ist auch eine Verbindung, aber keine chemische, denn von ihr destillirt man das Quecksilber bis auf den letzten Hauch ab, das Zinn bleibt zurück — das ist also keine chemische Verbindung.

Selén und Stickstoff.

Ob diese beiden Körper eine ähnliche Vereinigung eingehen wie Schwefel und Stickstoff, ist noch nicht ermittelt worden, obschon es wohl im Interesse der Wissenschaft läge und es sogar wahrscheinlich ist, daß günstige, die Vermuthung: daß eine solche Verbindung vorhanden sei, bestätigende Resultate aus den Versuchen hervorgehen würden.

Tellur. Te.

Der dritte Körper dieser Uebergangsgruppe, der vierte von der ıppe der Amphigene, derjenigen Körper, deren Verbindungen sowohl ıren als Basen sein können, ist Tellur.

Tellur gehört unter die Entdeckungen der neuern Chemie. Die alte ıte nur eine sehr beschränkte Anzahl von Metallen, die neuere hat die l derselben verdreifacht. Tellur galt vom Anfang an für eins dieser :n Metalle, seine Berechtigung ist erst in Zweifel gezogen worden, seit :, etwa 40 Jahre später als Tellur, das Selén entdeckte.

Siebenbürgen ist ein sehr erzreiches Land, seine Schätze sind noch bei em nicht alle ermittelt, man hat nur nach Gold, Silber, Kupfer, nach bekanntesten Metallen gesucht und die übrigen mineralischen Schätze ; vernachlässigt — erst viele Jahrhunderte nach der Eröffnung des gbaues daselbst fiel es einem Manne ein, die Erze auch noch auf :re als die bekannten Metalle zu untersuchen und siehe, da fand sich schnell hinter einander so viel des Bemerkenswerthen, daß man bei: : eines über dem andern vergaß.

So auch ging es dem Tellur, welches ein Herr von Reichenstein ı im Jahre 1782 in verschiedenen Golderzen von Siebenbürgen, entlich in denen von Goldenmarkt fand. (Der slavische Name dieses irgsfleckens im Lande der Ungarn ist Zalathna, was eigentlich nicht denmarkt, sondern nur „die Goldene" heißt; in dem Theile von Sieben: ȷen, welches das Land der Ungarn heißt, sind die Ortsnamen meisten: s slavisch, im Lande der Sachsen durchweg deutsche. Zalathna . Slatna] ist der Hauptnationalmarkt der Wlachen, der Goldsucher und dwäscher und der Einlösungsort des gewonnenen Goldes, welches sich jährlich auf 18 bis 20 Centner beläuft).

Er selbst, Reichenstein, war nicht genug geübter Chemiker, um ıs Entscheidendes über seinen Fund sagen zu können, er glaubte nur neues Metall entdeckt zu haben und schickte davon Proben an den be: ntesten Chemiker jener Zeit, an den Schweden Tobern Bergmann, n auch dieser wußte nichts heraus zu bringen, als daß der Körper ıllischer Natur und von anderer Beschaffenheit sei als Antimon. Erst ȝzehn Jahre später wurden durch Klaprath die nöthigen Unter: ungen darüber gemacht, die Entdeckung Reichensteins bestätigt und die nschaften des neuen Körpers festgestellt.

Tellur findet sich auf der Grube Mariahilf zu Goldenmarkt gediegen

vor, Eisen und Gold bergend, so erscheint es übrigens sehr selten, häufiger wird es im Schrifterz und Blättererz (gleichfalls siebenbürgische Golderze) vereinigt mit Antimon, Silber, Gold, Blei ꝛc. gefunden, auch in den Schemnitzer Goldbergwerken in Ungarn und am Altai im südlichen asiatischen Rußland kommt es mit Silber vererzt vor, mit Wismuth vererzt wird es am häufigsten gefunden, so vorzugsweise in Siebenbürgen, aber auch in Virginien kommt es in dieser Verbindung in nicht unbeträchtlicher Menge vor.

Berzelius hat dasjenige, worauf sich seine Untersuchungen stützen, aus Schemnitz in ziemlich beträchtlicher Menge erhalten, daher seine Arbeiten auch die ausgedehntesten sind, welche man über diesen Gegenstand hat.

Aus dem Tellurwismuth wird der neue Körper dargestellt, indem man zuerst durch Wäsche die erdigen, steinigen Theile von den Metallen scheidet; dann das feingeriebene Tellurwismuth mit dreimal so viel verkohltem Weinstein mengt, in einen Schmelztigel bringt, dessen Deckel man mit Thon aufklebt und nach dem Trocknen denselben zur Rothglühhitze bringt und eine Stunde lang in derselben erhält. Durch diesen Prozeß verwandelt man das Tellur in Tellurkalium und das Wismuth scheidet sich dabei aus, man hat also nicht mehr eine Legirung, sondern ein lösliches Salz, welches man mit ausgekochtem, von der eingeschlossenen Luft befreietem Wasser auswäscht; wesentlich ist dabei, daß keine Luft zu dem auszulaugenden Körper konnte; man muß das Filtrum also immer so weit voll Wasser halten, daß das Tellurkalium davon bedeckt bleibt.

Was unten abläuft, ist eine schön weinrothe Flüssigkeit, eine Lösung von Tellurkalium und Schwefelkalium. Aus dieser Lösung scheidet sich das Tellur aus, wie das Selén dadurch, daß sich in Berührung mit der Luft das Kalium zu Kali oxydirt, daher man auch die Ausscheidung des Tellurs sehr befördern kann, wenn man mittelst eines Blasebalges Luft durch die Auflösung treibt, in welchem Falle dieselbe nicht blos an der Oberfläche, sondern durch ihre ganze Masse mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung kommt.

Das Tellur bildet nun ein graues Pulver, kann aber aus einer sehr hellglühend gemachten Porzellanröhre mittelst durchgetriebenen Wasserstoffgases als Dampf fortgeführt und von den kälteren Theilen der Röhre als Sublimat niedergeschlagen werden, wo es theils kleine Tröpfchen, theils glänzende Krystalle bildet.

Die physikalischen Eigenschaften des Tellurs sind sehr eigenthümlicher Art, so daß man recht deutlich sieht, wie es keineswegs vollkommen in die Reihe der eigentlichen Metalle gehört, sondern sich ihnen nur sehr nähert. Metalle z. B. leiten Electricität und Wärme gut, Tellur leitet

›er beide schlecht; die Metalle sind ductil gar nicht zu pulverisiren, ellur im Gegentheil ist nicht dehnbar und sehr leicht zu pulverisiren; kein letall brennt, an der Luft erhitzt, mit Flamme; Tellur brennt mit leb- ıft blauer Flamme, welche schöne grüne Säume hat und es verwandelt h dabei in eine Säure, was auch kein Metall thut; nun aber sind wie- r andere Eigenschaften vorhanden, welche es in die Gruppe der Metalle nzureihen gebieten, es ist schwerer als irgend ein Stein (wie Metalle, it Ausnahme der alkalischen, immer sind) und obwohl es nicht zu den)wersten Metallen gehört, so wiegt es doch 6¼mal mehr als Wasser ;,25), es schmilzt ungefähr bei der Temperatur des schmelzenden Anti- ons, es geht mit andern Metallen Verbindungen ein, es vererzt sich wie ese, es bildet auch ein Schwefelmetall und es wird aus seinen Auf- sungen auch durch Schwefelwasserstoff niedergeschlagen.

Man sieht an allem diesem, daß es ein Uebergangskörper ist, wie wir nselben auch als solchen bezeichnet haben.

Die chemischen Eigenschaften gleichen denen des Seléns und Schwefels. n concentrirter Schwefelsäure löst Tellur sich in geringer Menge auf, erdünnung der Säure mit Wasser fällt das Tellur aus dieser Lösung. n kochendem Kalihydrat (Aetzkali) löst es sich auf, wodurch die Flüssigkeit th wird, beim Erkalten und Verdünnen der concentrirt angewendeten tzkalilösung fällt das Tellur zu Boden. Es kann sich mit dem Sauer- ›ff und mit dem Wasserstoff verbinden und bildet mit beiden Säuren.

Verbindungen des Tellurs mit dem Sauerstoff.

Tellurige Säure. TeO^2.

Je nachdem diese Säure wasserfrei oder wasserhaltig (ein Hydrat) ist, ıd die Eigenschaften derselben so verschieden, daß Berzelius es für gut nd, dieselben durch a und b zu unterscheiden: a tellurige Säure ist die ısserfreie, b tellurige Säure ist das Hydrat. Die wasserfreie Säure er- lt man, indem man Tellur in Berührung mit der Luft verbrennt oder dem man Tellur in concentrirter Salpetersäure auflöst und die Lösung s zum Trocknen abdampft; man erhält dabei krystallinische Körper, welche ısserfreie tellurige Säure sind. Das Hydrat derselben Säure wird dar- stellt, wenn man die wasserfreie in concentrirter Salpetersäure auflöst

und diese Lösung alsdann mit Wasser verdünnt, wodurch sich die aufgelöste tellurige Säure ausscheidet, aber durch die Gegenwart des Wassers sich zugleich mit diesem beladet und so das Hydrat bildet.

Die wasserfreie Säure wird beim Erhitzen citrongelb, beim Erkalten wieder farblos, bei der Glühhitze schmilzt sie, beim Erstarren krystallisirt sie. Da sie weniger flüchtig ist, als das Tellur selbst, so kann sie in einem bedeckten Tigel geschmolzen werden; um sie zu sublimiren, muß man ihre Dämpfe durch einen Luftstrom fortführen. Mit verschiedenen Substanzen bildet die tellurige Säure sowohl neutrale als zweifach als auch vierfach saure Salze.

Die b tellurige Säure, das Hydrat der andern, erhält man nicht durch Wasserzusatz, sondern auf einem etwas schwierigeren Wege, indem man die a tellurige Säure mit gleichem Gewichte kohlensauren Kali's schmilzt und geschmolzen erhält, so lange noch Kohlensäure entweicht. Was nun übrig bleibt, tellurigsaures Kali — wird in Wasser aufgelöst und zu der Lösung setzt man Salpetersäure, bis sich eine unverkennbare Säuerung der Flüssigkeit zeigt. Dadurch entsteht ein wolliger Niederschlag, der sich verdichtet, aber immer ziemlich umfangreich bleibt, dann mit sehr kaltem Wasser ausgesüßt und auf dem Filtrum, aber ganz ohne Erhöhung der Temperatur, getrocknet werden muß.

Der Geschmack dieses Hydrats ist bitter, metallisch, die Wirkung als Säure ist ziemlich energisch, sie bildet verschiedene Salze, wird von stärkeren Säuren aufgelöst und obschon sie mit Basen als Säure zusammentritt, so wird sie doch starken Säuren gegenüber selbst zur Base.

Tellursäure. TeO_3.

Diese höhere Oxydationsstufe des Tellurs erhält man, wenn tellurige Säure mit Salpeter geschmolzen wird (auf welche Weise man auch Selénsäure darstellt). Löst man sie im Wasser und verdampft man dasselbe langsam, so erhält man große schöne sechsseitige Prismen, welche drei Aequivalent Wasser enthalten.

Die Säure ist in reichlicher Menge im kalten Wasser löslich, allein die Auflösung geht sehr langsam vor sich; die Lösung hat einen herben, metallischen Geschmack und wirkt nicht kräftig auf das blaue Lackmuspapier, wiewohl die Säure als solche stark genug ist. Heißes Wasser löst

die Säure in jedem Verhältniß auf. Alkohol schlägt sie aus der Lösung nieder; abgedampft verliert sie ihren Wassergehalt, ihr Krystallwasser nach und nach gänzlich; die Krystalle behalten zum Theil noch ihre Form, werden aber gelb mit einer Neigung zum Orange. Diese so behandelte Säure ist nunmehr wasserfrei und ist alsdann auch nicht mehr im Wasser auflöslich, weder im kalten, noch im heißen; auch selbst kochende Salpetersäure löst sie nicht auf; durch starke Erhitzung aber kann man einen Theil ihres Sauerstoffes verlieren und zu telluriger Säure reducirt werden.

Schwefelwasserstoffgas zersetzt die Säure in der Auflösung, indem sich eine Verbindung von Schwefeltellur bildet, welche als eine glänzende Schicht den Boden des Gefäßes bedeckt.

Die Tellursäure bildet neutrale, zweifach und vierfach saure Salze, die zum Theil leicht (mit dem Säurehydrat) zum Theil sehr schwer im Wasser löslich sind (mit der wasserfreien Tellursäure).

Man hat angefangen, die Wirkungen des Tellur auf den thierischen Organismus zu studiren und hat gefunden, daß dieselben höchst gefährlich, ja bei wiederholter Anwendung tödtlich sind. Um nur eines anzuführen, der Geruch schon ist sehr schädlich, das Einathmen der Dämpfe einiger Tellurverbindungen verursacht starke Beschwerden und die Wirkung ist tiefgreifend. Der Athem von Thieren, welche kurze Zeit solchen Dämpfen ausgesetzt gewesen, bekommt einen entschiedenen starken Knoblauchsgeruch, die flüssigen und die festen Excretionen desgleichen; die letzteren sind schwarz gefärbt und der Magen und der Darminhalt solcher Thiere, die man eine Stunde nach dem Athemversuch tödtete, waren gleichfalls schwarz.

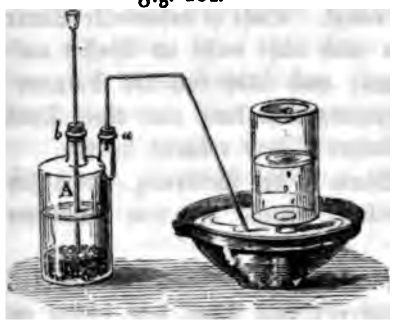
Thiere, welche man wiederholt die giftigen Dünste athmen ließ, bekamen Erbrechen, heftige Kolikanfälle, worauf der Tod folgte. Ein Arzneimittel scheint man vorläufig also noch nicht gewonnen zu haben.

Verbindung des Tellurs mit dem Wasserstoff. TeH.

Diese Verbindung, Tellurwasserstoff, wird ganz auf dieselbe Weise gewonnen, wie Schwefelwasserstoff und es ist auch in allem Uebrigen die größte Uebereinstimmung mit dem letztgenannten vorhanden. Man erhält den Tellurwasserstoff, wenn man Tellureisen, Tellurzinn, Tellurzink oder eine Verbindung des Tellurs mit einem Alkalimetalle in einen Gasent-

wickelungsapparat A, Fig. 284, bringt, mit Wasser übergießt und durch den Trichter b Salzsäure zusetzt. Hierdurch wird ganz wie bei dem Schwefelwasserstoff der durch die Oxydation des Metalles frei werdende Wasserstoff im Entstehungsmoment mit dem Tellur zu Tellurwasserstoff verbunden, welches als Gas entweicht und in der Flasche oder in irgend einem sonst passenden Gefäß aufgefangen werden kann.

Fig. 284.



Das Gas ist farblos, ist ganz von dem Geruch des Schwefelwasserstoffgases, ist sehr giftig, ist wie dieses eine wirkliche Wasserstoffsäure, röthet das Lackmuspapier, löst sich im Wasser auf, wird aber aus dieser Auflösung so wie als Gas in der Luft, durch den Sauerstoff zersetzt, indem sich Wasser bildet und Tellur ausscheidet.

Das Gas ist brennbar, aber auch hier findet dasselbe statt wie bei der langsamen Oxydation an der Luft, es wird nur schneller Wasser gebildet und Tellur ausgeschieden als ein braunes Pulver. Chlor zersetzt den Tellurwasserstoff, indem sich Salzsäure (Chlorwasserstoff) bildet und Tellur absondert.

Verbindungen des Tellurs mit dem Schwefel.

Diese beiden Körper lassen sich in jedem beliebigen Verhältniß zusammenschmelzen; in der Natur kommt die Verbindung manchmal vor, besonders wo der Schwefel durch Rösten tellurhaltiger Erze gewonnen wird, er ist dann an der Farbe zu erkennen, die nicht mehr jenes eigenthümliche grünliche Gelb ist, welches einen eignen Namen „Schwefelgelb" hat, sondern in das Röthliche spielt; ist die Farbe des Schwefels wirklich roth, so befindet sich darin schon so viel Tellur, daß es der Mühe lohnt, ihn auf Gewinnung des Tellurs zu bearbeiten.

Der Verbindungen sind zwei: TeS_2 und TeS_3; Berzelius nennt die erste telluriges Sulfid und er stellt sie dar, indem er tellurige Säure auflöst und Schwefelwasserstoffgas hindurch streichen läßt. Es schlägt sich dadurch das tellurige Sulfid (die Franzosen nennen es bisulfure de tellure)

als ein braunes Pulver nieder, welches sich nur schwer in kaustischem Kali löst. Dasselbe ist eine Sulfosäure, eine Säure, die durch den Schwefel gebildet wird, wie andere durch den Sauerstoff oder durch den Wasserstoff. In Sulfhydraten löst sie sich auf, es entweicht Schwefelwasserstoff und Schwefel scheidet sich aus.

Tellursulfid TeS_3 (oder wie die Franzosen es nennen: trisulfure de tellure) wird gebildet, wenn man eine Auflösung von Tellursäure mit Schwefelwasserstoff sättigt und in einer verschlossenen Flasche längere Zeit an einer warmen Stelle stehen läßt. Nach und nach überzieht sich die Wandung der Flasche mit einer metallisch glänzenden Substanz von schön brauner Farbe, welche sich allmälich abschuppt und in blanken Schuppen niederfällt; das ist das Tellursulfid oder dreifach Schwefeltellur. Eine Anwendung hat dasselbe so wenig wie die andern Präparate bis jetzt gefunden.

Tellur und Stickstoff.

Eine Verbindung des Tellurs mit dem Stickstoff ist bis jetzt noch nicht bekannt, es läßt sich indessen eine solche eben so voraussetzen, wie sie mit dem Schwefel vorkommt. Ein tellursaures Ammonium giebt es.

Tellur und Selén.

Tellur und Selén verbinden sich wie die Legirung zweier Metalle in beliebigen Verhältnissen; die Verbindung ist leicht schmelzbar und flüchtig, so daß sie aus einem Gefäß in das andere destillirt oder sublimirt werden kann, ohne sich zu verändern. An der Luft, besonders unter Mitwirkung der Wärme oxydirt diese Verbindung und bringt eine farblose Flüssigkeit hervor, welche eine Vermischung von telluriger mit seléniger Säure zu sein scheint.

Register zum ersten Bande.

A.

B.

C.

D.

N.

O.

P.

Q.

Druck von G. Bernstein in Berlin.

